SWAQ

特定の問題にちょっと強くなった量子アニーリングシミュレーター

岡田颯斗

大阪府立四條畷高等学校

目次

自己紹介

自己紹介

- 名前：岡田颯斗（高校 3 年生）
- 趣味・興味：
  - 競技数学
  - 量子コンピュータ

前提

前提

量子アニーリングは組合せ最適化問題を解く手段の一つ

彩色問題

- 隣り合う場所は異なる色で塗分ける

巡回セールスマン問題

- 複数の街を最短経路ですべて訪れる

例としての彩色問題

彩色問題：リンク

続：前提

量子アニーリングは組合せ最適化問題を解く手段の一つ

彩色問題

- 隣り合う場所は異なる色で塗分ける

巡回セールスマン問題

- 複数の街を最短経路ですべて訪れる

続：前提

量子アニーリングは組合せ最適化問題を解く手段の一つ

彩色問題

- 隣り合う場所は異なる色で塗分ける

巡回セールスマン問題

- 複数の街を最短経路ですべて訪れる

しかし、量子アニーリングは最適化問題を効率よく解けるかというと...

背景

背景

量子アニーリングは m 個の中から n 個選ぶのが苦手

なぜなら...

- 制約はペナルティ項として目的関数につけられる
- すると問題が非本質な方向へ最適化される

$$\begin{aligned} &\text{minimize} \quad H_{object} \\ &\text{subject to} \quad H_{constraint} = c \end{aligned}$$

量子アニーリングは m 個の中から n 個選ぶのが苦手

なぜなら...

- 制約はペナルティ項として目的関数につけられる
- すると問題が非本質な方向へ最適化される

$$\text{minimize} \quad H_{object} + \underbrace{(H_{constraint} - c)^2}_{H_{penalty}}$$

例

彩色問題

$$\text{minimize} \quad \sum_{i,j \in Adj} \sum_{k \in color} q_{i,k} q_{j,k}$$

$$\text{subject to} \quad \sum_{i \in vertics} q_{i,k} = 1$$

$$\downarrow$$

$$\text{minimize} \quad \sum_{i,j \in Adj} \sum_{k \in color} q_{i,k} q_{j,k} + \sum_{k \in color} \left(\sum_{i \in Adj} q_{i,k} - 1 \right)^2$$

巡回セールスマン問題

$$\text{minimize} \quad \sum_{i,j \in C} \sum_{k=0}^{n} w_{i,j} q_{i,k} q_{j,k+1}$$

$$\text{subject to} \quad \sum_{i \in C} q_{i,k} = 1$$

$$\sum_{k=0}^{n} q_{i,k} = 1$$

$$\downarrow$$

$$\text{minimize} \quad \sum_{i,j \in C} \sum_{k=0}^{n} w_{i,j} q_{i,k} q_{j,k+1} + \sum_{k=0}^{n} \left(\sum_{i \in C} q_{i,k} - 1 \right)^2 + \sum_{i \in C} \left(\sum_{k=0}^{n} q_{i,k} - 1 \right)^2$$

デモ

デモ

デモをやるよ
目的とみるべきポイントを紹介
エネルギーが下がる様子

手法

制約を常に満たすように解を遷移させる

bit を swap させます

というのも…

手法

単純な例について考えよう

- 一次制約、二次制約、完全二次制約（造語）について触れる
- bit flip との違い（図表で示す）

手法

一般化するにはごにょごにょ

比較

比較

hamiltonian に penalty を含むものと含まないものでのエネルギーの落ち方

参考文献

参考文献