

革新的な量子情報処理技術基盤の創出
2021 年度採択研究代表者

2022 年度
年次報告書

渡部 昌平

芝浦工業大学 工学部
准教授

虚時間量子ツールボックスの開発

研究成果の概要

最適化問題に使う量子計算手法として、量子探索アルゴリズムの改良の検証を行なった。今回はその中でも制約つき最適化問題に関して研究をおこなっている。まず、巡回セールスマン問題の最短経路を見つける前段階として、制約条件を充足する解を見つける問題を考える。量子探索アルゴリズムであるグローバールゴリズムは、発見したい解に対してオラクル演算子でマークをつけることで、ターゲットの確率振幅を増幅する。このグローバールゴリズムのマーキングは、ターゲットの量子状態に対する位相反転(位相 π の付与)によって通常行われる。制約条件が複数ある場合は、全ての制約条件を充足した際にその状態に対して位相反転を実行することになる。

今回の提案手法は、制約条件が複数あった際に、制約条件の個数で位相 π を等分した部分的な位相で、逐次部分的にマーキングしていく手法である。これにより、すべての充足条件を満たしてはじめて、全体として完全に位相反転した状態を抽出することができる。しかしながら、この手法には、制約条件を全て充足していない場合でも位相反転が部分的に生じてしまう欠点がある。そこで、本提案手法をシミュレーションで検証したところ、制約条件を充足する解が優位に増幅されていることがわかった。現状、自明な非実行可能解の増幅も行われているが、自明であるため、これらを取り除くことは容易であると期待している。今回は複数の制約条件を充足する解を見つける手法であるため、巡回セールスマン問題への拡張には、ここで得られた解の中からさらに最短経路を見出す量子回路を付け加える必要がある。

また、組合せ最適化問題に対する量子ゲートを使った量子アルゴリズムの検証を行なっている。しかしながら、問題のサンプル数や量子ビット数が少ないなど、依然として課題があるため引き続き研究を継続していく。

【代表的な原著論文情報】

1) “分割統治量子探索アルゴリズムを用いた組合せ最適化問題の実行可能解の解法”, 佐藤嶺, 齋藤和広, 二国徹郎, 渡部昌平, 情報処理学会研究報告 2023-QS-8, 35 (2023).