

巡回セールスマン問題を解く単電子粘菌回路の動作性能評価 Performance evaluation of single-electron amoeba circuit for solving traveling salesman problem

○松岡拓哉、大矢剛嗣（横浜大院理工）

○Takuya Matsuoka, Takahide Oya (Yokohama National Univ.)

Email: matsuoka-takuya-jd@ynu.jp

【研究背景・目的】

近年、ナノテクノロジーの発展に伴い、ナノデバイスが注目視されている。その一種として単電子回路が挙げられる。単電子回路は量子効果を利用することで、電子を1個単位で制御可能な回路であり、並列処理、低消費電力などの利点を有する。その一方で、未だ最適な情報処理手法が確立されていないといった課題も存在する。

一方、自然界の生物や物理現象の中には、高度な情報処理をしているとみなせるような挙動が存在する。その中で本研究では粘菌の挙動に着目する。

粘菌は餌を求めて自らの体を外部に広げる、また自身が嫌う光刺激を体の一部に受けるとそれを避けるように体を縮めるといった挙動を取る。これらの挙動を利用することで、巡回セールスマン問題の最適解が導出可能であることが報告されている^[1]。

本研究では、粘菌による巡回セールスマン問題の求解における一連の流れを単電子回路上で表現し、巡回セールスマン問題の最適解を導出する新たな情報処理回路の実現を目的とする。

【研究内容】

単電子回路上で粘菌の巡回セールスマン問題の求解における一連の流れを表現するにあたって、楕形の回路(Fig. 1)を用いる。この回路は、中心部に繰り返し外部電圧が印加される度に、電子トンネルに基づいた電圧変化の波が外側の各レーンへと拡散する挙動を取る。回路の各レーンは都市とその訪問順に対応しており、レーンの端部に波が到達する回数から解が導出されるという仕組みである。

前回の報告^[2]にて、都市数5以上の巡回セールスマン問題について、この楕形回路を用いたシミュレーションによって最適解の導出を達成したことを示した。しかし、Fig. 2のような一部の巡回セールスマン問題において、シミュレーションによる導出解が最適解と一致しない事例が確認された。

コストの設定や都市数を変更するなど、様々な条件の巡回セールスマン問題についてシミュレーションを実施し、それぞれの条件における導出解の合計コストの平均、各解の導出率等のデータを取り、比較検討をすることで先述のような最適解が導出されなかったパターンについても最適解が導出されるよう性能向上を試みた。詳細は講演にて述べる。

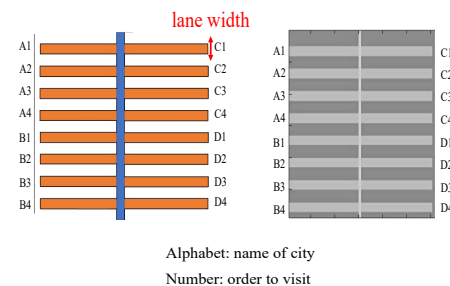


Fig. 1 Design of comb-shaped circuit.

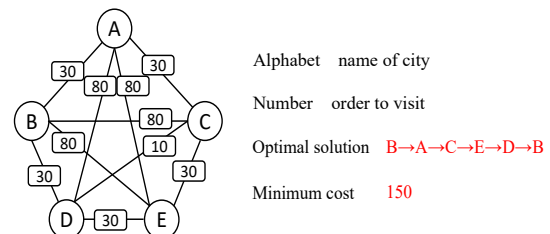


Fig. 2 Traveling salesman problem (5 cities).

【参考文献】

- [1] Liping Zhu et al., Royal Society Open Science, vol. 5, pp. 1-13, (2018).
- [2] 松岡拓哉, 他, 第 68 回応物学会春季学術講演会, 19p-Z6-13, (2021).

【謝辞】

本研究の一部は JSPS 科研費・基盤研究(A)(JP18H03766), (B)(JP19H02545)の助成を受け実施された。