

光パルスの遅延時間を用いた集積可能な巡回セールスマン問題ソルバー

Integratable Traveling Salesman Problem Solver Using Light Pulse Delay Time

東工大¹ [○](M2) 矢島 駿¹, 庄司 雄哉¹

Tokyo Tech.¹, [○](M2) Shun Yajima¹, Yuya Shoji¹

E-mail: yajima.s.ab@m.titech.ac.jp

はじめに

巡回セールスマン問題 (Traveling Salesman Problem: TSP) とは「複数の地点とその間の距離が与えられた場合、それらの地点をすべて重複なく訪問し、出発した地点に戻ってくる場合の最短時間」を求める問題である。この問題の計算量は効率的なソルバーである Concorde TSP Solver [1] を用いた場合でも $O(0.21 \cdot 1.24194^{\sqrt{n}})$ であり、地点数の増加に伴い計算が困難となる。本発表では現実的な時間で TSP を解決することができる、パルス光の遅延時間を用いた集積可能な光デバイスを提案する。

提案構造、動作原理

提案構造を図 1 に示す。各行は上から順に 1~5 地点目を表している。各列は左から順に A, B, C, D 地点を表している。ノードは分岐、合流、遅延構造を有し、それらを接続するエッジは地点間に応じた遅延構造を有する。パルスを上段から入射して下段から出射する。出射されたパルスの合計遅延量によって最短経路を求める。経路が $A \rightarrow C \rightarrow B \rightarrow D \rightarrow A$ の場合のパルスの通る経路を赤色の矢印で示す。

遅延量は A から B 地点のような地点間(エッジ)の遅延 d と地点内(ノード)の遅延 D の合計になっている。地点内遅延は地点ごとに $2D \sim 4D$ のように異なる遅延量を設定する。出射パルス

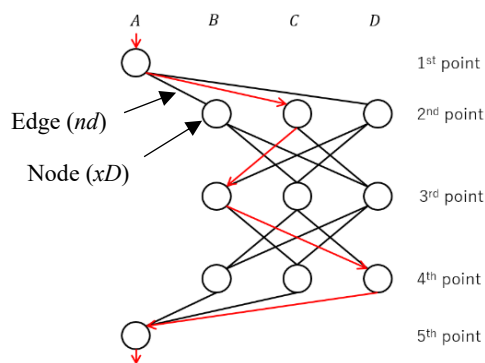


図 1 提案構造

の合計遅延量が $(2 + 3 + 4)D + nd$ となる時間領域に着目することで、全地点を一回ずつ通ったことが判別できる。この条件を満たしたうえで d の合計が最短なパルスが最短経路のパルスである。

シミュレーション

光集積回路シミュレーター Ansys Lumerical Interconnect を用いて単一パルスを入射したときの出力波形を観察した結果を図 2 に示す。遅延量が $18d$ のパルスが全地点を 1 回通る場合の最短経路であることが確認できる。

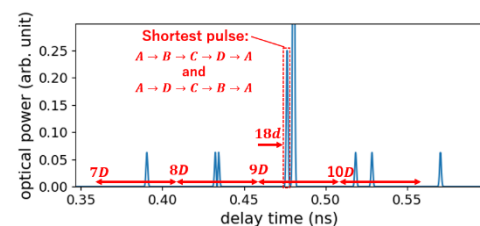


図 2 出射波形のシミュレーション結果

素子サイズ、計算時間

地点数を N とし、許容する誤判定率を 10^{-12} とする。計算時間のオーダーは $O(N^5 \log_2 N)$ であり、 $N = 100$ の時、50 ms の計算時間が必要である。回路サイズのオーダーは $O(N^3)$ であり、シリコンフォトニクスを用いた光素子で形成される $N = 100$ の回路は $1 \text{ cm} \times 10 \text{ cm}$ になる。詳細な演算アルゴリズムやデバイス構造は当日報告する。

謝辞

本研究の一部は、JST CREST #JPMJCR15N6、#JPMJCR18T4、科研費 #19H02190、NEDO #JPNP13004、末松基金の支援で行われた。

参考文献

[1]: Holger H. Hoos, Thomas Stützle, European Journal of Operational Research, Volume 238, Issue 1, 2014, Pages 87-94