

点データを短距離の一本道でつなぐ非反復法

柴, 滕宇
九州大学大学院芸術工学府

井上, 光平
九州大学大学院芸術工学研究院

原, 健二
九州大学大学院芸術工学研究院

小野, 直樹
九州大学大学院芸術工学研究院

<https://hdl.handle.net/2324/7359941>

出版情報 : 電子情報通信学会総合大会講演論文集, pp. 42-42, 2025-03-17. 電子情報通信学会
バージョン :
権利関係 : Copyright © 2025 IEICE



点データを短距離の一本道でつなぐ非反復法

A Non-Iterative Method for Connecting Point Data into One Short Path

柴藤宇
Tengyu Chai

井上光平
Kohei Inoue

原健二
Kenji Hara

小野直樹
Naoki Ono

九州大学大学院芸術工学研究院
Faculty of Design, Kyushu University

1 まえがき

データの整列（ソート）は、最も基本的な情報処理のひとつであり [1]、効率的な探索や順序統計量の計算など、その応用範囲は広い。例えば、数値を降順・昇順に並べたり、文字をアルファベット順に並べる問題は容易に定式化できるが、2次元座標値などのベクトルデータの整列は一意的に定義することが難しい。本稿では、2次元以上の点データを一列に並べる方法として、点データをできるだけ短い一本道（path）でつなぐことを考え、その一本道を求める非反復の近似解法を提案する。数値データのソートも、それらをつなぐ一本道の長さ最小化問題の最適解になっており、点データを一本道でつなぎ、その長さを最小化するという本稿の考えは、数値データのソート問題のひとつの一般化になっている。巡回セールスマン問題の解法のひとつである 2-opt 法 [2] との比較実験により、提案法の有効性を検証する。

2 提案法

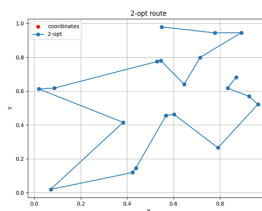
n 個の点に通し番号 $1, 2, \dots, n$ をつけ、第 i 点と第 j 点をつなぐ辺の長さを $D_{i,j}$ とする。最初の 2 点をつなぐ辺を道（path）の初期値とし、 $P = [1, 2]$ と表す。このとき、道 P の長さは $D_{1,2}$ である。この道 P に第 3 点を追加する場合、 $[3, 1, 2]$, $[1, 3, 2]$, $[1, 2, 3]$ の 3 通りが考えられ、それぞれの長さは $D_{3,1} + D_{1,2}$, $D_{1,3} + D_{3,2}$, $D_{1,2} + D_{2,3}$ になる。その中から最も短いものを選ぶ。第 4 点以降も同様にして、道の長さが最短になる位置に各点を追加していき、最後の第 n 点まで追加したら処理を終了する。

上記の処理では、道 P の全長をその都度計算するが、点の追加に伴う長さの増分を用いれば、より少ない計算量で同様の処理が行える。例えば、道の状態を $P = [i_1, i_2, \dots, i_{m-1}]$ ($m \leq n$) とし、そこに第 m 点を追加する場合を考える。先頭に追加するときの長さの増分は D_{m,i_1} であり、道の途中の点 i_k と点 i_{k+1} の間に追加するときの増分は $D_{i_k,m} + D_{m,i_{k+1}} - D_{i_k,i_{k+1}}$ ($k < m-1$) であり、末尾に追加するときの増分は $D_{i_{m-1},m}$ である。これらの中から最小のものを選び、その位置に第 m 点を追加する。

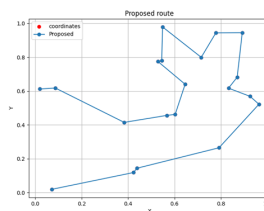
上記の方法は、通し番号の順に点を追加して道を構成していくものであり、反復計算は不要である。通し番号の順番を変えると異なる解が得られることから、順番をランダムに変えて何度か試行し、その中から最短の道を選ぶという方法も考えられる。

3 実験例

2次元の点データを用いて、前節の提案法と 2-opt 法 [2] を比較した結果を示す。2-opt 法は本来、巡回セールスマン問題の解法であるが、少しの変更で本稿の問題にも適用できる。図 1 に 20 個の点を 1 本道でつないだ結果を示す。図 1(a) は 2-opt による結果（長さ 3.98）であ



(a) 2-opt



(b) Proposed

図 1: 20 個の点をつないだ例

り、同図 (b) は提案法による結果（長さ 3.33）である。

次に、点の数を 100 から 500 まで変えて一本道の長さを比較した結果を表 1 に示す。2-opt のほうがやや優

表 1: 一本道の長さの比較

Num. of points	100	200	300	400	500
2-opt	7.61	11.4	14.2	16.1	17.7
Proposed	8.48	11.8	14.8	16.6	18.1

れているが、提案法でも 2-opt と同程度の結果が得られた。500 点の場合の計算時間は、2-opt 法が 273.6 秒であり、提案法が 10.7 秒であった。

4 むすび

順序付けが難しい 2 次元以上の点データを整列する方法として、点データをできるだけ短い一本道でつなぐことを考え、その近似解を求めるための非反復法を提案した。提案法の精度は 2-opt 法にやや劣るものの、計算時間は 2-opt 法よりも短い。今後は、提案法をベクトルデータの順序統計処理に応用する予定である。

謝辞 本研究の一部は JSPS 科研費 JP23K11149 の助成を受けたものです。

参考文献

- [1] 渋谷哲朗, 情報工学 アルゴリズム (東京大学工学教程), 丸善出版, 2016.
- [2] M. Englert, H. Röglin, B. Vöcking, “Worst Case and Probabilistic Analysis of the 2-Opt Algorithm for the TSP,” arXiv:2302.06889v1 [cs.DS], 2023.