

グループ型経路探索問題の提案とその解法について

氏家 祐一 大原 茂之

東海大学

3P-04

1 はじめに

複数の点を巡回する経路探索問題として巡回セールスマン問題 (TSP) がある。TSP は代表的な組み合わせ最適化問題であり、その解法についてはさまざまな研究がなされてきた¹⁾。しかし、複数のノードの集合をクラスとし、全体が複数のクラスで構成された TSP に関する研究はなされてこなかった。本報告では各クラスの中から1つのノードを選択し、全てのクラスのノードを経由する経路探索問題を提案し、その解法として遺伝的アルゴリズム (GA) にヒューリスティックアルゴリズムを組み込んだハイブリッド GA の適用を提案し、ハイブリッド GA の有効性を示す。

2 グループ型経路探索問題

複数のノードの集合をクラスとし、各クラスの中から1つのノードを選択し、全てのクラスのノードを経由する最短経路を求める問題をグループ型経路探索問題と定義する。図1にグループ型経路探索の例を示す。ここでは、始点と終点は設定されるものとする。

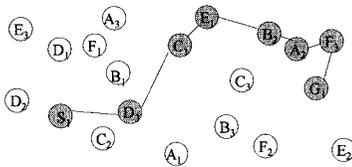


図1 グループ型経路探索

クラス数を n とし、各クラスに m 個のノードが存在する場合、選択するノードの組み合わせは m^n であり、TSP と同様にノードの順列も含めて考えれば解候補の数は $m^n \times n!$ となり、組み合わせ爆発がおりやすい。

Proposing Group Route Searching problem and an algorithm to solve it.

Yuichi UJIIE, Shigeyuki OHARA
Tokai University

そこで GA の適用を検討するが、GA は局所探索に優れていないことから、GA にヒューリスティックアルゴリズムを組み込んだハイブリッド GA を適用する。

3 ハイブリッド GA の適用

GA にヒューリスティックアルゴリズムである挿入法や 2-opt 法²⁾を導入する。

・コード化

図2のように二重構造を用いてコード化を行なう。上段はクラスの経由順を示し、下段は上段のクラス内で選択するノードを示す。GA 操作などで上段のクラスを移動させるときは下段も共に移動させる。

[P-type]

$S_1 \rightarrow D_3 \rightarrow C_1 \rightarrow E_1 \rightarrow B_2 \rightarrow A_2 \rightarrow F_3 \rightarrow G_1$

[G-type]

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| S | D | C | E | B | A | F | G |
| 1 | 3 | 1 | 1 | 2 | 2 | 3 | 1 |

図2 コード化

・評価

適応度の計算の際、2-opt 法を用いて解を改善し、その結果得られた経路を用いて、適応度の計算をする手法²⁾を適用する。

・初期集団生成

- (1) 挿入するクラスの順序をランダムで決める。
- (2) 始点と終点からなる部分巡回路 T を作る。
- (3) T 上のノード i と挿入するクラスのノード j の組み合わせの中で ij の枝コストが最小となるノード j を求める。(図3)
- (4) 挿入法を用いてノード j を T に挿入する。全てのクラスが T に含まれたら終了し、含まれていないのであれば (3) に戻り、T に全てのクラスのノードが含まれるまで繰り返す。(図3)

これにより得られた経路を初期世代の個体とする。

・選択

最優良解をエリート保存し、残りを期待値方式により選択する。

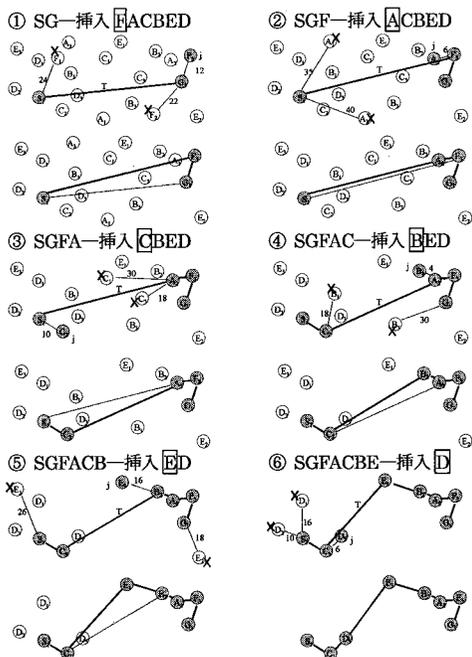


図3 初期集団生成

・交叉

複数の個体をランダムにペアリングし、各ペアにおいて、図4のようにマスクパターンを作成する。そして、挿入法を用いてビットが1のクラスを入れ替える。

・突然変異

逆位・欠失挿入の2つの操作をランダムに行なう。

逆位:ランダムに選択した2つのクラス間の順序を反転させる。

欠失挿入:図5のようにランダムに選択したクラスを欠失させる。欠失されたクラスのノードを新たにランダムに選択し、挿入法を用いて挿入する。

マスク(ランダム)

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| S | A | B | C | D | E | F | G |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 |

親1

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| S | D | B | E | C | A | F | G |
| 1 | 2 | 1 | 1 | 3 | 2 | 3 | 1 |

親2

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| S | E | D | F | A | C | B | G |
| 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 1 | 2 | 1 |

子1 ↓(挿入法)

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| S | D | F | B | C | E | A | G |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 |

子2

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| S | D | E | A | C | B | F | G |
| 1 | 2 | 3 | 3 | 3 | 2 | 3 | 1 |

図4 交叉

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| S | D | F | B | C | E | A | G |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 |

↓欠失(ランダム)

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| S | F | B | C | E | A | G | D |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 3 |

↓挿入(挿入法)

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| S | F | B | D | C | E | A | G |
| 1 | 1 | 1 | 3 | 1 | 1 | 2 | 1 |

図5 欠失挿入

4 評価実験

4.1 評価実験方法

選択するノードの全ての組み合わせに対して、既存の巡回経路探索アルゴリズム(最近傍法¹⁾で経路を構築し、2-opt法により経路を改善する)で経路探索を行なう方法とハイブリッドGAを比較する。

4.2 評価実験結果

評価実験結果を表1に示す。「-」は50時間(1.8×10⁵[秒])以内に解が得られなかったことを示す。

表1 評価実験結果

| クラス数 | 各クラス内のノード数 | ハイブリッドGA | | 全探索+最近傍法+2-opt法 | |
|------|------------|----------|---------|-----------------|----------------------|
| | | 適応度 | 探索時間[秒] | 適応度 | 探索時間[秒] |
| 5 | 2 | 199.75 | 3 | 201.11 | 0.2 |
| 5 | 3 | 152.98 | 3 | 150.66 | 1 |
| 5 | 4 | 150.25 | 4 | 150.59 | 3 |
| 10 | 2 | 197.63 | 13 | 197.68 | 13 |
| 10 | 3 | 149.37 | 15 | 149.27 | 663 |
| 10 | 4 | 179.11 | 17 | 179.58 | 1.37×10 ⁴ |
| 20 | 2 | 293.06 | 162 | 292.88 | 9.51×10 ⁴ |
| 20 | 3 | 225.69 | 193 | - | - |
| 20 | 4 | 200.52 | 220 | - | - |

表1より、ハイブリッドGAを用いることによりリアルタイムに準最適経路が得られていることが分かる。

ハイブリッドGAにおいて、クラス数が多くなるにつれ、探索時間を多く要するのは評価の際の2-opt法による解の改善に時間を費やすのが原因と考えられる。

5 おわりに

本報告では、グループ型経路探索問題を提案し、その解法としてハイブリッドGAを提案した。選択するノードの全ての組み合わせに対して、既存の巡回経路探索アルゴリズムで経路探索を行なう場合と比較して、ハイブリッドGAの有効性を示した。今後は、グループ型経路探索問題に対する探索の精度や効率をさらに向上させるための解法について検討する予定である。

参考文献

- 1) 山本 芳嗣, 久保 幹雄:巡回セールスマン問題への招待, 朝倉書店(1997)
- 2) 前川 景示, 玉置 久, 喜多 一, 西川 禎一:遺伝的アルゴリズムによる巡回セールスマン問題の一解法, 計測自動制御学会, Vol.31, No.5, pp.598-695(1995)