

遺伝的アルゴリズムにおける因子分析に基づいた優性遺伝法の提案

2K-1

安江 信幸 大原 茂之
東海大学

1. はじめに

GA を用いて多目的評価を行う際、目的関数を求め探索を行う時点で、遺伝子の交叉によってビルディングブロックを破壊してしまっていると考えられる[3]。スキーマ定理が示すように、ビルディングブロックが保存され、その組み合わせによって良い解が得られるが、交叉法を無差別に使用することにより、スキーマがビルディングブロックの生残りを邪魔している場合がある。そこで本研究では、目的関数を因子分析によって求め[1]、さらに因子分析に基づいた優性遺伝法という新しい操作を導入した GA を用いることで必要とするビルディングブロックを破壊することなく多目的評価を行う手法を提案する。従来の手法と比較評価した結果、本研究の手法が極めて効果的であるという実行結果を得たので報告する。

2. システムの概要

2.1 システムの構成

ここではTSPを扱う本システム”FADI: Factor Analysis Dominant Inheritance System”について述べる。図1にFADIシステムの入出力を示す。FADIシステムは、複数の種類からなる資源コストを入力すると多目的評価経路を出力する。また、システム全体を目的関数算出や優性遺伝子決定などの問題固有部分とGA操作部分に分け、問題記述ファイルの書き換えによって様々な問題に対応できるようにした。

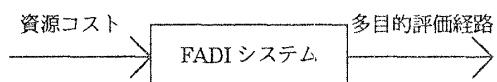


図1 FADIシステムの入出力

2.2 資源コストへの因子分析の適用

枝コストを決定するために、複数の資源の組み合わせにより構成されている枝に因子分析を適用することによって、資源の組み合わせの優先順位を求める[1]。表1に枝Piにおけるコストマトリクスを示す。t1,t2,...,tq,...,tnは、コスト名である。表1より、資源Rjに対するコスト名tqのコストはtjqであり、tjqの構造は式(1)のようになる。

$$tjq = (\text{共通因子}) + (\text{独自因子}) \quad (1)$$

共通因子数をwとすると、

$$tjq = aj1fj1 + aj2fj2 + \dots + ajwfjw + (\text{独自因子}) \quad (2)$$

表1 枝Piにおけるコストマトリクス

| | | | | | | |
|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | t1 | t2 | ... | tj | ... | tn |
| R1 | t11 | t12 | | t1j | | t1n |
| R2 | t21 | t22 | | t2j | | t2n |
| ⋮ | | | | | | |
| Rj | tj1 | tj2 | | tjj | | tjn |
| ⋮ | | | | | | |
| Rn | tn1 | tn2 | | tnj | | tnn |

となる。式(2)において、fj1, fj2, ..., fjwは共通因子であり、aj1, aj2, ..., ajwは因子における影響の大きさを示す因子負荷量である。従って、表1に因子分析を適用することによって資源の組み合わせの優先順位を求めることができる。

2.3 目的関数の決定

値や単位の異なる資源の組み合わせから、多目的評価を行うために、すべての枝に対して因子分析を適用し、枝コストを決定する方法を用いた[1]。表2に各枝における枝コストを決定するための資源コストを示したマトリクスを示す。

表2 枝コストを決定するための資源コストマトリクス

| | | | | | | |
|----|---------|---------|-----|---------|-----|---------|
| | t1 | t2 | ... | tj | ... | tn |
| P1 | t1(Rs1) | t2(Rs1) | | tj(Rs1) | | tn(Rs1) |
| P2 | t1(Rs2) | t2(Rs2) | | tj(Rs2) | | tn(Rs2) |
| ⋮ | | | | | | |
| Pi | t1(Rsi) | t2(Rsi) | | tj(Rsi) | | tn(Rsi) |
| ⋮ | | | | | | |
| Pm | t1(Rsm) | t2(Rsm) | | tj(Rsm) | | tn(Rsm) |

Piは枝である。RSは、枝コストを決定するための資源である。枝Piにおける枝コストの定義を式(3)に示す。

$$B(Pi) = Fi(Rsi) \quad (3)$$

Bは、枝コスト関数である。Fi(Rsi)は、因子負荷量である。このようにTSPの枝コストを決定することができる。

2.4 優性遺伝法

表2に因子分析を適用した結果、各枝に対する優先順位を求め優先順位の高い枝を優性遺伝子と呼ぶ。優性遺伝法とは、因子分析結果を用い全ての枝に対する優先順位を求め優性遺伝子を決定し、優先順位の高い遺伝子をもとにビルディングブロックを生成していく手法である。

次に優性遺伝の探索法について述べる。図2に優性遺伝の探索法を示す。図2の数値は因子分析結果による優性遺伝子の優先順位である。まず、少数の優性遺伝子に基づいたビルディングブロックを生成し探索を行った後、優性遺伝子の数を1ずつ増やし、n個の優性遺伝子に基づいた場合まで探索を行う。

The suggest about the dominant inheritance method based on factor analysis in GA
Nobuyuki Yasue, Shigeyuki Ohara
Tokai University

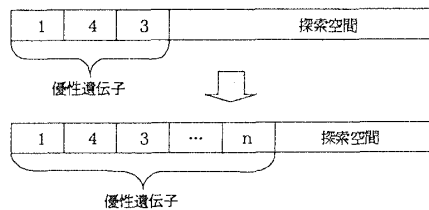


図2 優性遺伝の探索法

3. 評価実験

3.1 実験方法

各枝に対する資源のコストの種類が3通り（コスト1、コスト2、コスト3）あり、3通りの資源の組み合わせを持つTSPに対して実験を行った。資源コストは乱数を発生させた。そこで目的関数を因子分析によって求め、因子分析により決定した枝コストを用いることにより、多目的評価が行われることを確認した。次に、GAと本システムとの比較実験を実行した。本システムでは、優性遺伝子に適応度の割引率を用い優性遺伝子によるビルディングブロックを生成しやすくした[2]。多目的評価において、各コストの重みは因子負荷量に基づいたものである[1]。本システムの有効性を確認するためにTSPの都市数、GAの染色体数、選択方法を変更した場合も実行した。

3.2 実行結果と考察

50都市のTSPにおいて本システムを実行した。表3に因子分析実行結果を示す。表3から、各コストにおける重みづけが読み取れる。図3に因子分析を用いた枝コスト決定法にGAを適用した実行結果を示す。図3より因子分析により決定した枝コストを用いることにより多目的評価が行われているのを確認した。

次に、50都市のTSPに本システムを適用した実行結果を図4に示す。図4のグラフを見ると、優性遺伝子数8個のときに最も良い解が得られている。また、図4より本システムでの終了条件は、ある優性遺伝子数に達すると、数を増やしても同世代で同経路が出力される。TSPの都市数を変更した場合においても同様の結果が得られた。従って、同世代で同経路が出力される状態になったら、終了とすることができる。図5に50都市のTSPにおけるGAと本システムの最良値との比較を示す。図5より、GAでは32180世代でコスト3の値が4528であるのに対して、本システムでは34638世代で3626となり、本システムが効果的にビルディングブロックを作成していることが分かる。TSPの都市数、集団数、選択方法を変更した場合もGAより良い解が得られた。

表3 50都市のTSPにおける因子分析実行結果

| コストの種類 | 因子負荷量 |
|--------|--------|
| コスト1 | -0.338 |
| コスト2 | -2.063 |
| コスト3 | 2.512 |

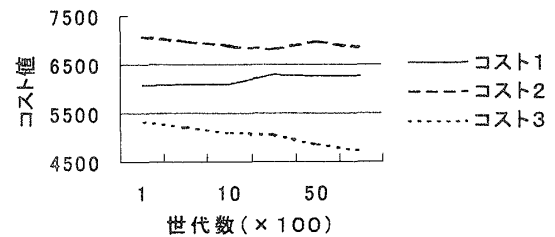


図3 50都市のTSPにGAを適用した実行結果

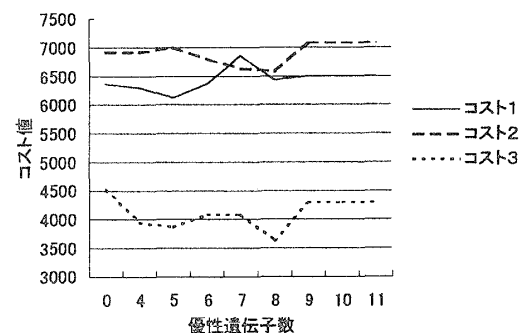


図4 50都市のTSPに本システムを適用した実行結果

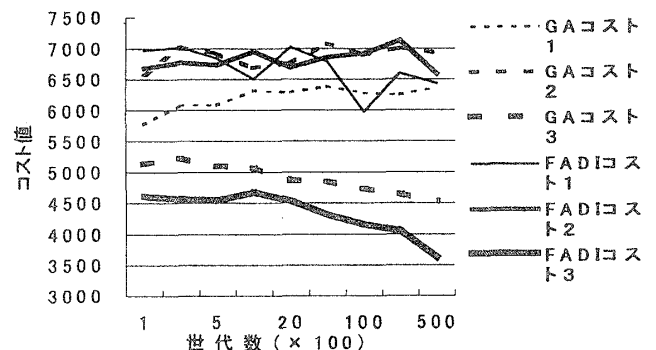


図5 GAと本システムの最良値との比較

4. おわりに

従来のGAの探索法との比較実験から、本システムが効果的にビルディングブロックを生成し、多目的評価経路を得ることができた。優性遺伝子による初期集団生成や交叉法等の研究は今後の重要な課題であり、さらに研究を進めていくつもりである。

参考文献

- [1]安江, 大原: TSPの枝コストを決定するための多目的評価に関する研究, 情報処理学会第58回全国大会
- [2]岡村, 大原: 資源に基づく経路探索に関する研究, 情報処理学会第57回全国大会
- [3]伊庭斎志: 遺伝的アルゴリズムの基礎, オーム社, pp.106-116(1994).