

異文化型島モデルを組み込んだ 遺伝的プログラミングによる TSP への適用

1 はじめに

近年、遺伝的アルゴリズム (GA) を拡張し構造的な探索を可能にした遺伝的プログラミング (GP) の研究が盛んに行われている。

しかし GP は個体間の多様性の損失が激しく個体数を増やさなければ探索出来ないのでは効率は余り良くない。また GA が本来扱ってきた組み合わせ最適化問題に関する GP のアプローチはほとんど行われていない。

本発表では GP の改善案として異文化型島モデルを提案し、また検証に組み合わせ最適化問題への適用の一例として TSP を取り上げこれを GP で探索する方法を試みた。

2 遺伝的プログラミング

遺伝的プログラミング (GP) とは遺伝的アルゴリズム (GA) を拡張した概念で、遺伝子型を木構造 (遺伝木) にすることにより構造的表現の探索を可能にした局所探索法である。

多様性が GA では各遺伝子の要素の分布のみに依存するのに対し GP は遺伝木のパターンが多様性を表すため多様性を保つために GA の 10 倍以上の個体数が必要とされる。

3 異文化型島モデルの提案

島モデルとは個体群を複数に分けてそれぞれの島で独立に探索を行い移民と呼ばれる島同士の個体交換を行うことで探索の効率と多様性の維持を行う GA, GP の手法である。

この島モデルの改善案として異文化型島モデルを提案する。この手法は以下の通り。

1. まず N 個の個体をランダムに生成する。
2. 個体群を成績順にソートし上位 $N/2$ 個を“成績重視”の島へ残りを“個性尊重”の島に移す。
3. “成績重視”の島は多様性を無視してひたすら島の個体の平均成績を上げるように次世代を残す。
4. “個性尊重”の島は個体の平均成績を考えずひたすらに多様性を保つように次世代を作成する。
5. お互い次世代が作成されたら、成績重視の島の下位と個性尊重の島の上位で移民を行う。
6. 成績重視の島は探索が停滞したら大規模な突然変異オペレータを適用しさらに移民の数を通常より増やす。
7. 終了条件を満たすまで 3. 以下の操作を繰り返す。

片方の島の成績を上げ、もう片方の島の多様性を大きくすることで集団全体の平均成績と多様性が同時に上げることを期待できる方法である。人工蟻の探索問題 (Ant) で実験したところ表 1 のような結果が得られた。

表 1: Ant による実行結果

	平均点	標準偏差	最適解	60 点未満
通常	72.54	10.564	8%	10%
島モデル	74.62	9.664	10%	4%
異文化	87.20	3.085	76%	0%

4 巡回セールスマン問題

巡回セールスマン問題 (TSP) とは、与えられた n の都市があるとき、全ての都市を丁度一度ずつ経由し、元に戻る巡路 (ハミルトン閉路) の長さが最小のものを求める問題である。

5 TSP 解法プログラムの生成の提案

GP によって TSP の解法プログラムを生成することを提案する。具体的には TSP の近似解法の最近傍法 (NNM), 最近追加法 (NAM), 最近挿入法 (NIM), 最安挿入法 (CIM), 最遠挿入法 (FIM) で都市を一つ追加することを終端記号にする。

現段階で取り込んでいる都市の数や辺の平均に応じて実行する引数を変えるものや 2-opt 法で辺を張り替えるものを非終端記号に用いて問題に最適な手順を探索する。

6 実行結果

上記の方法を適用した通常の GP と異文化型島モデルによる GP, また初期値をランダム挿入法で与えた GA で比較した結果の一例を表 2 に示す。なお個体数は GP, GA とともに 100 で GP は 30 世代目で GA は 1000 世代の間に値が変わらないときに探索を打ち切っている。

表 2: TSP での結果比較 (lin105 問題)

	成績	処理時間 (秒)	標準偏差
GP(通常)	14660.20	185.365	70.050
GP(異文化)	14580.10	176.235	65.259
GA	15032.60	20.000	202.013

参考文献

[1] J.R.Koza : Genetic Programming, The MIT Press, 1992.