

遺伝的プログラミングに対するベイジアンネットワークの適用

三倉 有喜 宮原 哲浩 高橋 健一 上田 祐彰

(広島市立大学大学院 情報科学研究科)

1 はじめに

進化的アルゴリズムは最適化問題や、探索問題を解くために使われている。本研究は、遺伝的プログラミングの交叉、逆位のオペレータによる個体生成を、ベイジアンネットワークを用いた確率分布による生成[1]に変更した進化的探索手法を提案し、その有用性について考察することを目的とする。ベイジアンネットワーク構築の際の親候補選択法として識別子制限付き手法、および BOA[2]を参考にした BOA 参考手法を提案する。

2 識別子制限付き手法

ベイジアンネットワークとは、確率的な因果関係をモデル化する手法であるグラフィカルモデルの一つである。ベイジアンネットワークでは、ノードが確率変数を表し、依存関係を非循環有向グラフにより表現する。

ベイジアンネットワークの構築の際、非循環性を保つように、循環が発生しないノードを親候補として選択する。よって、親候補を他の制約で制限することで、探索空間をより小さくしてしまう恐れがある。しかし、個体生成の観点から見ると、例えば、2 番目の遺伝子の親ノードとして 10 番目の遺伝子が与えられた場合は、先に 10 番目のノードの値を求めなければならず、それは、木を構造的に見た場合に、より深い位置を見ることに相当する。本研究では親ノードの候補に、「各確率変数 X_i において $0 \leq j < i$ を満たす、 X_j を親候補とする」という識別子制限を付ける手法を提案する。この制限を用いることで、同時にネットワークの非循環性も保証される。

3. BOA 参考手法

BOA のネットワーク構築の際の探索手法を取り入れた手法を提案する。探索手法の違いは以下の通りである。

() 識別子制限付き手法

あるノードに着目し、そのノードから親候補となりうる全てのノードに繋いでみて、評価の最も良いノード間を繋ぐ。

() BOA 参考手法

グラフ中の全てのノード間に着目し、その中から最も評価の良いノード間を繋ぐ。

4 実験

識別子制限有り手法、識別子制限無し手法、BOA 参考手法、従来の GP を関数同定問題に適用する実験を行った。目的関数は 2 変数の多項式であり、単純な関数及び複雑な関数の場合の 2 つの場合に対して、実験を行った。学習用のデータとして、 $-10 \leq x, y \leq 10$ である (x, y) の実数データ 20 組を与える。提案手法の初期パラメータとして、母集団サイズを 500、染色体の最大サイズを 60、実行世代数を 50 とし、選

択法はエリート選択法とする。この条件で、5 回試行した平均の実行結果を表 1 に示す。ここでいう解とは、学習用データ 20 組を (x_i, y_i) とし、目的関数 T 、染色体が表現する関数を A としたときに、評価関数を次式で定義し、その評価値が 1.0×10^{-10} 以下となるときの関数 A のこととする。

$$\sum_{i=1}^{20} |T(x_i, y_i) - A(x_i, y_i)|$$

また、収束の速度を表す図を図 2 に示す。

表 1 実行結果

手法	最良評価値	平均評価値	解の割合
制限有り(単)	0.04802	6.347	12.2
制限有り(複)	132.0	1039	0.0
制限無し(単)	2.126	8.387	0.24
制限無し(複)	221.9	3588	0.0
BOA 参考(単)	0.0	0.7282	53.84
BOA 参考(複)	8.404	137.4	0.0
GP(単)	65.70	198.9	23.8
GP(複)	2966	8898	1.24

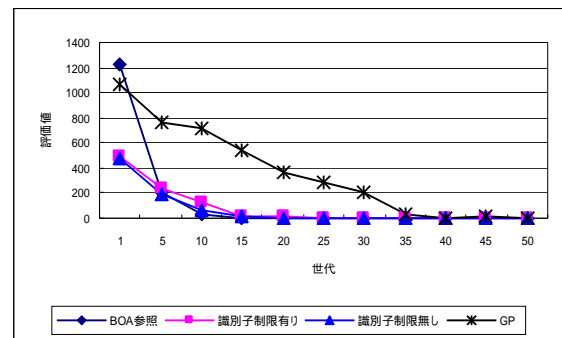


図 2 単純な関数同定問題における各世代の平均評価値

解が短い染色体で表現できる単純な関数同定問題に関して表 1 と図 2 より、3 つの提案手法が従来の GP よりも良い結果を得ることができた。しかし、解が長い染色体でしか表現できない複雑な関数同定問題に関して、提案手法は解を得ることができなかった。

5 おわりに

実験結果より、提案手法は解が短い染色体では良い結果を得ることができ、解が長い染色体では、その有用性が確認できなかった。

また、識別子制限有り手法と、識別子制限無し手法とでは、識別子制限有り手法のほうが良い結果を得ることができた。今後の課題としては、サイズの大きな染色体が生成されにくいので、その改善策が必要になる。

参考文献

- [1] E.N.Regolin, et al., "Bayesian Automatic Programming" EuroGP2005, pp.38-49, 2005
- [2] M.Pelikan, et al., "The Bayesian Optimization Algorithm" GECCO-99, pp.525-532, 1999