

# 遺伝的プログラミングにおける木の深さと突然変異の与える影響

渡辺 章人<sup>1)</sup>, 廣安 知之<sup>2)</sup>, 三木 光範<sup>3)</sup>, 横内 久猛<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> 同志社大学大学院 <sup>2)</sup> 同志社大学生命医科学部 <sup>3)</sup> 同志社大学理工学部

**Key word:** Genetic programming, Genetic Algorithm, mutation

遺伝的プログラミング (Genetic Programming : GP) <sup>1)</sup>は, 1992 年にStanford大学のJohn Kozaらにより提案された進化論的計算手法であり, 遺伝的アルゴリズム (Genetic Algorithms : GA)の遺伝子型を構造的な表現 (木構造, グラフ構造) で扱えるように拡張したものである.

GPにおいて通常用いられる交叉は個体に対して破壊的な作用を持っていると考えており, イントロンの指数的成長であるブローットの発生を引き起こすとされている<sup>2)</sup>. このブローットの発生を抑制する方法として, Poli<sup>3)</sup>による一様交叉やFrancone<sup>4)</sup>による相同性交叉オペレータなど, 交叉手法についての改良が多く提案されている.

一方, GPと同じ自動プログラミングの手法として, 進化的プログラミング(Evolutional Programming : EP)やシミュレーテッドアニーリングプログラミング(Simulated Annealing Programming : SAP)がある. 双方ともに, GPにおける突然変異オペレータと同様の働きを行う操作を利用することにより, 解の探索を行っている. 従って, GPにおいて適切な突然変異率を見出すことによって, 良好な探索を行える可能性が高いと言える.

本研究では, GPのパラメータである生成木の深さと突然変異率の観点から, ブローット抑制の検討を行う. なお, 生成木の深さとは, 初期個体生成時の木の深さと突然変異木の深さの上限を指し示す. また, 研究の第一段階として, 対象問題にSimple Symbolic Regression<sup>1)</sup>を用い, 生成木の深さと突然変異率が探索にもたらす影響について調べた.

Simple Symbolic Regression とは, 未知の関数  $y = f(x)$  に対して  $n$  個の入出力データを用いて関数  $f$  を同定する問題である. 同定する目的関数  $f$  は式(1)の通りである.

$$y = x^4 + x^3 + x^2 + x \quad (1)$$

この問題に用いる非終端記号は,  $\{+, -, \times, \%, \sin, \cos, \exp, \text{rlog}\}$ , 終端記号は  $\{x\}$  とした.  $\{+, -, \times, \%\}$  は引数が 2 つであり,  $\{\sin, \cos, \exp, \text{rlog}\}$  は引数が 1 つである.  $\%$  の第 2 引数が 0 の場合, 返り値は 1 である. また,  $\text{rlog}$  は自然対数であり, 引数が 0 の場合, 返り値は 0 である. 適応度関数  $fitness$  は, (2)で示すとおり, -1 から 1 の間を 0.1 刻みにした 21 個の入力に対する出力誤差の絶対値の総和とし,  $fitness \leq 0.01$  を最適解とする最小化問題である.

$$x_i = 0.1i - 1.0 \quad (2)$$
$$fitness = \sum_{i=0}^{20} |prog(x_i) - f(x_i)|$$

この Simple Symbolic Regression について, 母集団サイズを 500, 世代数を 50, 交叉率 1.0 とし, 次のような条件にて探索の比較を行った.

- ・ 生成される木の深さについての比較  
突然変異率が一定の状況(突然変異率 : 0.01)で, 生成される木の深さを 2, 3, 4, 5, 6 に変更して探索の比較行う.
- ・ 突然変異率についての比較  
生成される木の深さが一定(木の深さ : 4)で, 突然変異率を 0.01, 0.02, 0.1, 0.2, 0.3 に変更して探索の比較を行う.

各条件について, 30 試行行った時に得られた最良値を昇順に並べたものを図 1 と図 2 に示す.

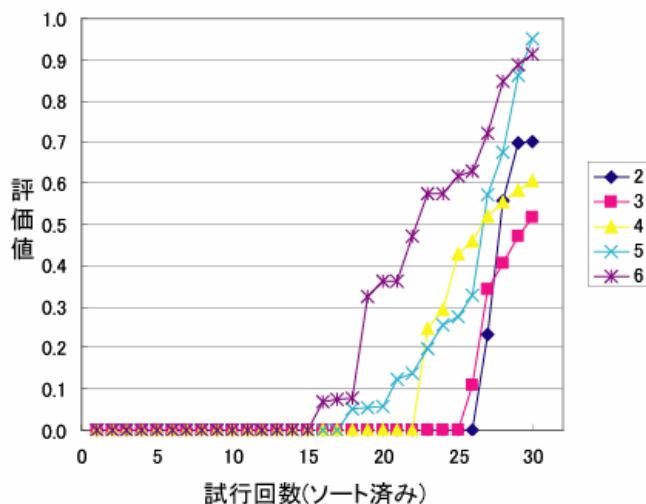


図 1.生成される木の深さについての比較

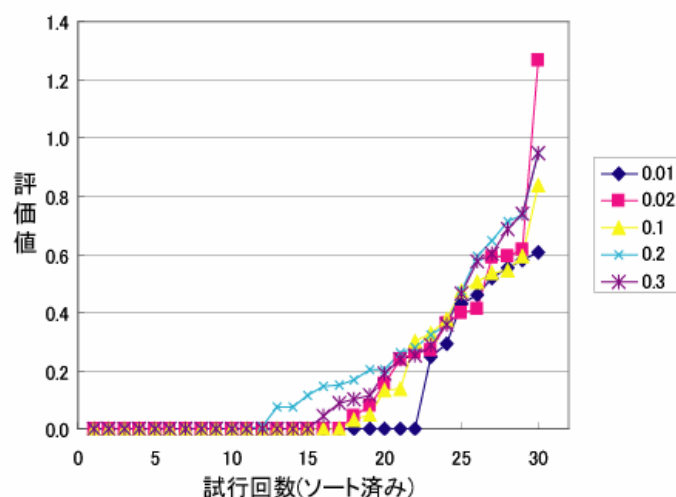


図 2. 突然変異率についての比較

図 1 に示すように, 生成される木の深さを小さくすればするほど良好な解の生成が行われていることがわかる. これは, 初期個体が比較的小さい木で構成することによって探索序盤におけるブロートの発生を抑制したためと考えられ, 木の深さの履歴について調査した結果, 生成される木の大きさを小さくすることでブロートの発生を抑制できていることがわかった. また, 突然変異率についての比較では, 比較した全ての突然変異率においてほぼ同一の結果となり, 今回比較した範囲においては突然変異の大小における探索への影響の変化は見られなかった.

今後は, 異なる対象問題において上記の結果が現れるのか否かについて調査する必要がある. また, 交叉方法や探索における制約を考慮に入れ, GP におけるブロートの抑制を考える.

#### 参考文献

- 1) J.Koza.Genetic Programming, On the Programming of Computers by means of Natural Selection, MIT Press,1992.
- 2) 伊庭斉志 : 遺伝的プログラミング入門, 東京大学出版会(2001).
- 3) R.Poli, et al. On the Search Properties of Different Crossover Operators in Genetic Programming, Proc. of Genetic and Evolutionary Computation Conference(GECCO98) 1998.
- 4) F.D.Francone, M.Conrads, W.Banzhaf, and P.Nordin : Homologous Crossover in Genetic Programming, Proc. of Genetic and Evolutionary Computation Conference (GECCO99), 1999.