

イントロンの積極的利用による進化システム

3AG-4

荒関 仁志・猪井 一代

日本大学

1 はじめに

進化的システムとしては、GA[1]やGP[2]やなどが提案されている。しかし、これらのシステムはその構造上、進化過程が確率的取扱となるため、個体の多様性を確保するためには、数百～数千の集団数を必要とする。

進化速度の効率化のためには、進化の途中過程において、進化に有効と思われる構造を、破壊の交配処理から保護することが重要な要素の1つであると指摘されており[5]、これによって、計算量などの効率化が計られることが分かっている。

GPにおいては、このような考えを基に、ADFs(Automatic Defined Functions) [3]やMA(Module Acquisition)[4],[6]のような非破壊的構造を考えることで、この破壊の交配処理から、有効な構造(関数、モジュール)を保護し、最適個体探索の効率化を計っている。

最近では、進化機構に遺伝子上に存在する非利用(冗長)情報であるintronの重要性が指摘され始めてきている[5],[7]。このintronと呼ばれる情報は、評価の対象とはならないが、進化の過程では重要な効果があるのではないかと考えられているものである。しかし、従来型のGPの進化機構では、このintron構造を生成させることは難しい。

ここでは、このintron構造を積極的に生成することで、進化過程の効率化を計ることが可能な進化システムを提案する。本システムは、STKlos(Scheme+CLOSE+Tk)を使って実現されている。

2 システムの概要

本システムは、図1に示すように、進化過程を「進化」と「学習」の2段階で構成する。

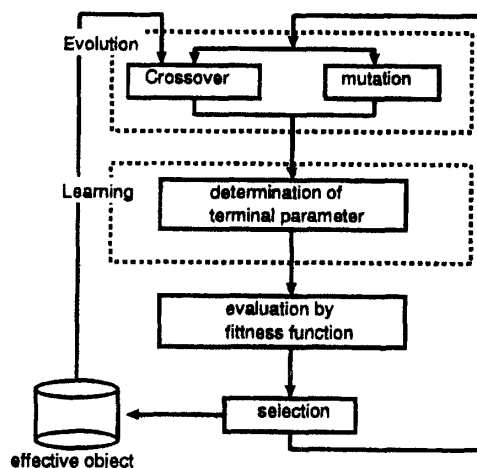


図1: システムの概要

各段階では、以下のような処理を行っている。

● 進化過程

GPを基本とした、個体の木構造を進化させる処理を行う。また、評価値の高い個体に対しては、「有効構造の保護」を目的とした、有効オブジェクトとして保存し、次世代の進化処理の対象とする。交配処理は、この有効オブジェクトとその世代における個体集団との間で行なわれる。

● 学習過程

プログラムである木構造は進化過程で決定されるが、その木構造の終端記号の決定は、この学習過程で行なう。ここでは、この終端記号の最適な組合せをGAを用いて決定している。この処理により「intronの生成」が積極的に行われることになる。この学習過程が終了した時点で各個体の評価が行われる。また、ここで決定した終端記号の最適組み合わせは各個体の内部情報(オブジェクトのスロット値)として保存される。

● 有効オブジェクトの書き換え処理

評価値の低い「有効オブジェクト」は、保護処理対象から外され、代わりに評価値の高い個体が、有効オブジェクトとして登録される。したがって、有効

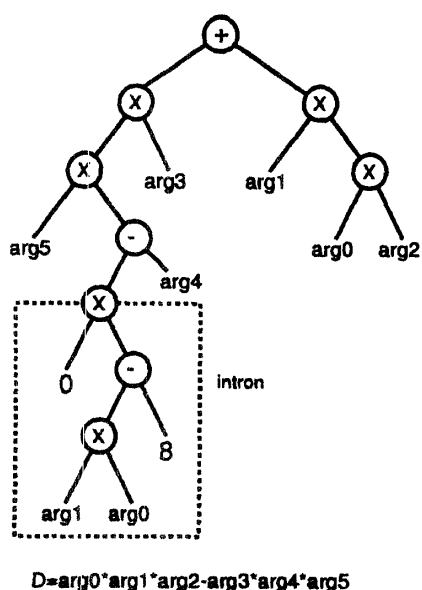


図 2: intron 構造を含む構造例

オブジェクトに登録されているオブジェクトは全ての世代で評価値が高いものが常に登録されることになる。

2.1 実験結果

システムでは、以下のようなパラメータを採用している。

前代からの個体のコピー	評価値上位の 20%
交配確率	40%
突然変異率	40%
有効オブジェクト生成率	40%
基本オブジェクト	{+, -, %, *, cos, sin, if, =}
終端記号	{-9 ~ 9, arg0 ~ arg5}

ここで、突然変異率が比較的大きく採っているが、これは生成個体の多様性を高くするためである。しかし、交配が有効オブジェクトとの間でのみ行なわれるために、進化はエリート戦略を常に採るようになっており、高い突然変異率の悪影響はないと考える。

ここでは、Koza が [3] で示した「2つの箱問題」と呼ばれる 6 入力 1 出力の関数を生成する問題を解かせてみた。ADFs を使った GP では、個体数 4,000 で、約 8 ~ 10 世代を要する。

本システムでは、個体数が 100 で、約 10 世代前後で正解を計算する。また、進化の結果、生成された個体には、図 2 のような intron 構造が見られる。

集団数が少数であっても最適値を計算する理由は、冗長な構造である intron をもつ個体を有効オブジェクトとして残すことにより、破壊的交配処理から有益な構造が保護されているからである。さらに、冗長な情報をもつために、本システムには環境の変化に対応することができる「頑健性 (Robustness)」も期待できると考える。

3 まとめ

進化システムを、「進化」と「学習」の 2 段階にすることにより、intron 構造が比較的生成されやすい進化システムを提案した。

また、この intron 構造を利用することで、比較的少ない集団数でも進化システムを構成することが可能となるシステムを提案し、実験の結果、その有効性を確認することができた。

参考文献

- [1] J. Holland, *Adaption in Natural and Artificial Systems*, Ann Arbor, MI: The University of Michigan Inc., 1975
- [2] J. Koza., *Genetic Programming I*, MIT Press, 1992
- [3] J. Koza., *Genetic Programming II*, MIT Press, 1994
- [4] P. J. Angeline, *Genetic Programming and Emergent Intelligence*, Advances in Genetic Programming II, MIT press, 1994
- [5] D. Andre and A. Taller, *A Study in Program Response and the Negative Effects of Introns in Genetic Programming*, GP '96, 1994
- [6] E. Kenneth and Kinner, Jr., *Alternatives in Automatic Function Definition: A Comparison of Performance*, Advances in Genetic Programming II, MIT press, 1994
- [7] P. Nordin, F. Francone and W. Banzhaf *Explicitly Defined Intron and Destructive Crossover in Genetic Programming*, Advances in Genetic Programming II, MIT press, 1994