

(1) タイトル：遺伝的プログラミングと進化論的手法

講演者：東京大学 伊庭斉志

進化論的手法は、生物の進化のメカニズムをまねてデータ構造を変形、合成、選択する。この方法により、最適化問題の解法や有益な構造の生成を目指す。例えば、飛行機の設計を考えてみよう。飛行機などのもの作りで大切なのは必ずしも新奇な物を作ることではない。独創的な天才肌の職人は確かに必要ではあるが、多くの場合奇抜なデザインは成功しない。それよりも重要なのは、過去の設計物のマイナーチェンジ、合成、そして取捨選択である。これはまさに Wright 兄弟らの飛行機の設計に用いられていた原理であるという。上で述べた過程は、生物の（遺伝子の）突然変異、交差、及び選択淘汰と同じである。つまり、人間は知らず知らずのうちに生物の進化の考えを導入し、最適な人工物の設計に用いていたのである。

進化論的計算手法の代表例が、遺伝的アルゴリズム (Genetic Algorithms, 以下 GA) や遺伝的プログラミング (Genetic Programming, 以下 GP) である。

GP は個体の遺伝子としてプログラムを扱い、生殖や選択によって望ましいプログラムを進化させるというものである。GP は GA と同じように、PTYPE と GTYPE の二層構造からなるデータ構造を扱う。GTYPE (遺伝子コードともいい、細胞内の染色体に相当する) は遺伝子型のアナロジーで、Lisp の S 式などのプログラムであり、GP のオペレータの操作対象となる。PTYPE は表現型 (発現型) であり、GTYPE の環境内での発達に伴う大域的な行動や構造の発現を表す。環境に応じて PTYPE から適合度 (fitness value) が決まり、そのため適合選択は PTYPE に依存する。世代交代では GTYPE に対して交叉 (2つの GTYPE 間での部分構造の組み換え) や突然変異 (ある文字の他の文字への変換) などのオペレータが適用され、生殖によって次の世代の GTYPE を生成する。これらのオペレータの適用頻度、適用部位は一般にランダムに決定される。なお GP のオペレータはプログラムの遺伝子型に適用するために拡張されている。生殖に際しては、適合度の良いものほど多産なようにかつ生き残りやすいようにする。この操作によって、世代が経つにつれて集団としてみれば成績が向上していると期待される。

GP を実装するには、

1. GTYPE から PTYPE への変換方法 (プログラムのインタープリターの設計法)
2. GP オペレータの実現、適用方法
3. 選択方式
4. 適合度の計算方法

などに様々な方式が提案されている。

これらを適切に設計することで GP は様々な分野に応用可能であり、従来は人手でプログラムを書くことが困難であったような領域 (例えば動的な環境でのロボットの制御) での大規模なプログラム合成が可能になると期待されている。実際、GP は、マルチエージェント学習、システム同位問題の解法、株式データ予測、ロボットプログラム、進化型ハードウェアの設計などさまざまな分野に応用されている。本講演では、遺伝的プログラミングの基礎的知識、応用例、および最近の研究話題について説明する。

参考文献

- 1) 伊庭斉志：遺伝的アルゴリズムの基礎、オーム社 (1994)
- 2) 伊庭斉志：遺伝的プログラミング、東京電機大学出版 (1993)
- 3) 伊庭斉志：進化論的計算の手法、東京大学出版 (1996)
- 4) 上田完次、下原勝憲、伊庭斉志 (編著)：人工生命の方法、工業調査会 (1995)