

3E-9

遺伝的アルゴリズムによるパーセプトロン生物の適応と進化

安東宣善 一野瀬昌則 星野力

筑波大学構造工学系

[はじめに] 遺伝的アルゴリズムは最近注目されている、システムの適応学習進化の枠組である。[1][2][3] このアルゴリズムは、(1)遺伝子情報としてシステムを表現する、(2)多数の個体の表現型を決め、(3)環境(生態系)中で各個体の適応度を決め、(4)適応度を増加させる方向に競合、選択を行ない、(5)選ばれた個体間で、遺伝子を交差、突然変異させ、(2)-(5)のサイクルを多数回まわり、最適な個体が多数を占めることを期待するものである。

本研究では、最終的に、生態実験により観察された、豆象虫の遺伝型と表現型のモデルを推定することを目的としているが、まず遺伝的アルゴリズムに関する予備的な経験を積むため、簡単なパーセプトロンをもつ多数の人工生物モデルを対象とし、環境の変化に対してどのように適応学習し、進化するかを調べた。

[環境の中の行動と生死] 75X20格子世界中に移動するエサがランダムに分布している。それを捕食する複数の人工動物があり、移動しながらエサをとる。1時間ステップ当たり1格子を移動する。動物は、鳴き声をだしエサはそれにおびき寄せられる。各動物はエネルギーをもっており、エサを食べると一定量増加し、移動すると減少する。寿命は60~100時間ステップの間を任意に決める。動物は、すぐ前・右・左・前方・右方・左方のエサの有無という6つの入力を環境から受ける。動物の行動出力は、移動せずその場で鳴く・移動するの2つと、移動する場合はさらに、前・右・左という行動出力である。エネルギー=0、または寿命が尽きたら死ぬ。ある一定量のエサを食べた動物が子孫を残す。

[動物のパーセプトロンモデル] 動物の行動モデルは、図1のパーセプトロンによって表現される。

[遺伝子情報と学習規則] 可塑的ネットの重みはエネルギーの増減を誤差信号とする後天的誤差学習を各時間ステップごとに行う。非可塑的ネットの重みは遺伝子情報として扱う。

[交差と突然変異] 一定量のエサを食べた親Aはランダ

ムに相手Bを選び、両方の遺伝子を交差させる。遺伝子は確率的に、Aの遺伝子を80%、Bの遺伝子を20%で選んだ。突然変異は0.1%の確率で起こした。

[シミュレーション結果] 移動する(m)・移動せずその場で鳴く(s)、の2つの戦略をとる動物の個体数の変化をみた。(1)エサは何にも反応せずじっとしている場合を図2に、(2)エサは鳴き声におびき寄せられる場合を図3に、(1)から(2)へ変化した場合を図4に示した。

[結論] 遺伝的アルゴリズムでは、遺伝子の交配により徐々に最適な解に近づく。最初の初期状態の遺伝子型とは違った型が現れ、より優秀な遺伝子に置き変わっている。また、環境の変化に対しても、今までとは違う戦略をとることによって適応しており、目標とした環境への適応、最適戦略、ニッチは、解釈にもよるが観測されたと言える。

しかし、地理的隔離を経て、独自の「種」を形成し、進化らしい動作をさせるには至っていない。そもそも「種」とは何か良くわからない。このモデルは、例えばエサの数や寿命と子孫を残す条件などの多くのパラメーターが密接にかかわりあっており、微妙なバランスの上に成り立っている。これら多くのパラメーターの最適値を与える探索方法が見つからない。

豆象虫の遺伝法則を推定するには、実験データを教師信号として学習させ、遺伝子構造に対応するネットワークの構造の変化を調べ、次に個体数を適応度とするサイクルをまわして、進化の様子をみることを試みる予定である。

[参考文献] [1] Proc. 1st, 2nd, and 3rd Internat. Conf. on Genetic Algorithm, (1985, 1987, and 1989)

[2] D.E. Goldberg, "Genetic Algorithms in Search, Optimization, and Machine Learning", Addison-Wesley, (1989)

[3] 和田健之介、数理科学、No. 300, 51-61 (1988), No. 328, 47-51 (1990).

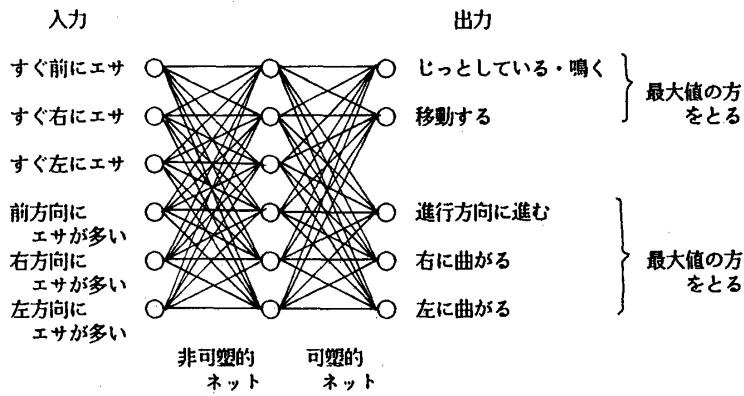


図1 動物のパーセプトロンモデル

