

環境変異に対する雑種の振る舞いについて*

5W-6

萱沼真一†

松田郁夫‡

日本工業大学§

1 はじめに

本研究はプログラムの自動生成を行うために、「一般的に生物界では異なる性質を持つ純粋種からの交配によってできた種(雑種)は環境への適合度が高く、生き残りやすい」という特性に注目した。このことを検証するために、行動を規定するプログラムを遺伝子として持つ仮想空間中に生息する仮想生命体(以下、生命体)を考えた。本研究はこの生命体の交叉によるプログラム合成で作られた種が環境の変異に対してどのように振る舞うのかを検討した。

2 中間雑種の利用

生物学では純粋種より雑種のほうが強いことがよく知られている。中間の形質を持つものを中間雑種と呼ぶが、本研究ではこの中間形質をプログラムの自動生成に利用することを考え、その発現方法を検討する。実際の生物では、その個体に形質が発現しなくても、遺伝子中には隠された形質が存在し、子孫にその隠れていた形質が発現することがある。この「隠れた遺伝子」が発現するケースは一定の方向に向かう進化である「合目的進化」として議論されているケアンズ型突然変異として知られている。この「隠れた遺伝子」を利用すればヒトの血液型にみられる不完全優性を伴った遺伝や隔世遺伝も実現が可能となり、異なる純粋種から生まれた子供が両親の形質を持つ雑種の生成ができる。これにより環境が激変したとしても生存でき得る可能性を高めることが可能となる。これにより環境変異に強いプログラムの自動生成が可能となる。

本研究では初めに用意した先祖種を純粋種としてそれから生成する中間雑種の強さを調べる。なお、本研究における雑種とは一遺伝子雑種(F1)及びそれ以降の生成

*About behavior of the mixed breed to environmental variation

†KAYANUMA Shinichi

‡MATSUDA Ikuo

§Nippon Institute of Technology 4-1 Gakuendai, Miyashiro, Minamisaitamagun, Saitama 345, Japan

遺伝子1	1	10	11	13	99	} 生殖
遺伝子1'	0	10	12	13	99	
遺伝子2	0	20	22	80	99	} 捕食
遺伝子2'	1	20	22	80	99	

↑
発現スイッチ

図1: 雑種を生成するための染色体

されたものを指す。

3 仮想生命を使ったプログラムの合成

計算機上に生息する仮想生命体を考える。この生命体はプログラムを内蔵し、その記述通りに動作する。生命体はこのプログラムを遺伝子として子孫に受け継がせるものとする。この生命体では中間雑種を発現させるために生命体の遺伝子は図1のような二倍体構成をしており、1つの遺伝子座に対して形質が二つはいることになる。さらに、形質を発現させるか否かは遺伝子座の先頭に「発現スイッチ」を付加し、発現スイッチが立っている遺伝子はその形質を発現をさせる。もし一つの遺伝子座に対して同時に二つの発現スイッチが立っていれば同時に二つの形質が発現することになる。発現スイッチが立っていても遺伝子は発現しないが隠れた遺伝子として存在することになる。この染色体は遺伝情報として各種パラメタと最小機能を提供する命令の組み合わせによるプログラムで構成される。

生殖については有性生殖を行い、交叉は同じ遺伝子座で行う(図2)、これは、雑種は近い種で発生するアナログを実現するためである。遺伝子座は生命体の種類によってあらかじめ決められた機能が定まっており、遺伝子座による交叉は「関数」の入れ替えを行っていることになる。

また、突然変異については予備実験を行った際に死滅

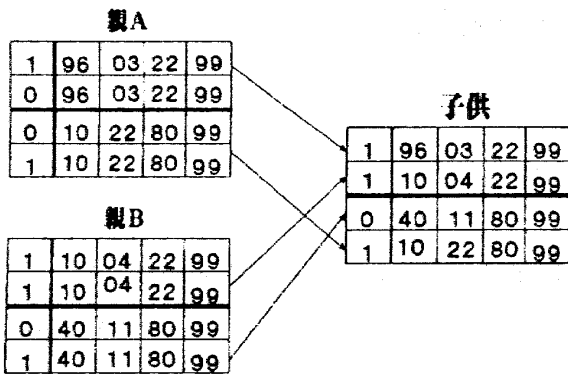


図 2: 染色体の交叉法

5 雑種の発生とプログラムの自動生成

プログラムの自動生成を行うには2節で述べたような「合目的的進化」である方がよい。合目的的進化ならば環境の変異にともない動的に自己を再構成できる。プログラムの自動生成の究極的な目標は環境が変異した後に動的に再構成することである。例えば、生きているバクテリアが減少すれば、そのバクテリアを捕食する虫は生きて行けなくなるので、その虫は存亡の危機となる。もし、図1のような染色体を持つ虫ならば、死亡バクテリアを捕食する遺伝子をもつ生命体との交叉により双方のバクテリアを捕食する「スーパー生命体」を誕生させ、この種が栄える可能性がある。しかし、これは環境が変異する前に「スーパー生命体」を誕生させ環境が変異した後に他の虫が絶滅して、結果的に「スーパー生命体」が行き残ったと考えられる。これは、2節で述べた一定の目的に進化する「合目的的進化」が行われたとは認められない。本研究のシミュレーション実験では雑種の発生を確認したが、現段階では環境変異による動的な再構成は認められなかった。

6 おわりに

本研究は未だ実験途中である。現在、突然変異は発現スイッチのみ作用させているが、内蔵している命令自体の細分化を行うことにより、染色体全体に作用させることが可能と思われる。また、今後は合目的的な進化を積極的に行う方法を検討する。

参考文献

- [1] 日本情報処理開発協会: 人工生命の方法, 工業調査会, (1995).
- [2] 人工生命研究会編: 人工生命, 共立出版, (1994).
- [3] 伊庭育志: 遺伝的アルゴリズムの基礎, オーム社, (1994).
- [4] 敷島悦朗: 「擬態」のメカニズム徹底追求, Quark, Vol.16, No.6, pp.62-71 (1997.6).

する遺伝子が大量に発生したので今回は行わないことにする。

4 実験について

4.1 シミュレータについて

本研究で提案した方法を検証するためにシミュレータを製作した。これは、計算機上に餌探索モデルをもとにした仮想世界で、先祖となる異なった純粋な種を交配させて雑種を生成し育成させるものである。実験はこの世界で発生した生命体が環境に対してどのような振る舞いをするのか観察した。

4.2 環境

本シミュレータの環境において生命体は大分類で二種類が存在する。餌となるバクテリア、それを捕食する虫である。さらに虫は死んだバクテリア、生きているバクテリアをそれぞれ捕食するものが存在する。虫はバクテリアを捕食すると計算資源を利用するための優先度(プライオリティ)を計算ためのエネルギーを一定値だけ得る。これは計算機上の生命体は計算資源を糧としたほうが自然であると考えたためである。

上記に示したような行動の違いを生ずるのは祖先となる生命体の遺伝子中のプログラムを微妙に変えているからである。

一定のエネルギーに達すると虫は有性生殖により、バクテリアは無性生殖により子孫を作る。また生命体はアポトーシスによって死滅する。