

F-018

3次元空間におけるデジタル生物の進化実験
 Evolution experiment for digital organisms in the space

野口 聖二、片野 剛、能登 義嗣、植田 佳典

Seiji Noguchi, Tsuyoshi Katano, Yoshitsugu Noto, Yoshinori Ueda

東洋大学

Toyo University

1.はじめに

人工生命研究とは「生物のような行動」を研究することを目的とし、分析的な方法に代わって合成的な研究手法を用いて生命現象を追求することを指す。本研究では、人工生命研究の一つであるデジタル生物の進化の実験を行う。

2.デジタル生物

2.1 デジタル生物とは

本研究において、3次元空間内において最適化する関数値と生物が捕食する餌、また生物を捕食する生物がいる環境の下において、環境に適応していく生物と定義する。

2.2 デジタル生物の遺伝子

デジタル生物の行動は遺伝子コードによって決定する。遺伝子コードは、8つの遺伝子からなる。

遺伝子構成を図.1に示す。

(Forward, Right, Hard Right, Left, Hard Left, Back, Up, Down) 各遺伝子は0以上の整数値が入るものとする。

| | | | | | | | |
|---|---|----|---|----|---|---|---|
| F | R | HR | L | HL | B | U | D |
|---|---|----|---|----|---|---|---|

図.1

2.2 デジタル生物の行動

生物が動ける方向は遺伝子コードの8方向とし、図.2に示す。それぞれ動ける方向にF,R,HR,L,HL,B,U,Dとラベルを付ける。生物は対応する遺伝子コードの数値が大きいほどそ

の方向に動きやすいようになっており、[1]の式よりF,R,HR,L,HL,B,U,Dの一つを選択する。つまり方向 d_i (例えば、 $d_3=HR$)を選択する確率は[1]のようになる。

$$P(d_i) = e^{a_i} / \sum_{j=1}^8 e^{a_j} \quad [1]$$

ここで、動きがRの場合には、新しい全面方向は右になる。例えば、遺伝子コードが(1,9,1,1,1,1,1,1)であるような生物は頻繁にRを取るような動きとなり、その結果この生物は右に円を描くようになる。

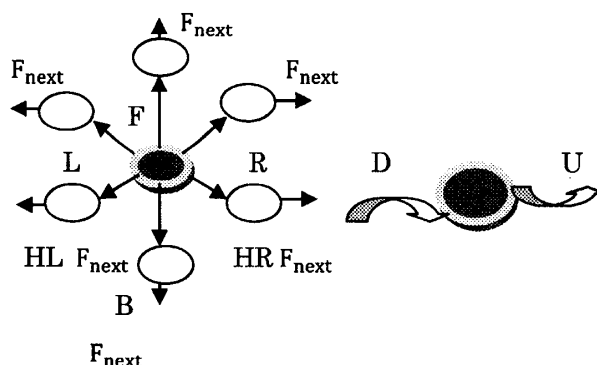


図.2

2.3 遺伝子の進化

[1]餌を捕食した場合

餌を捕食するひとつ前の行動、つまりF方向に進んだとき餌を捕食できた場合、遺伝子コードFの値を+1する。

[2]捕食する生物に食べられた場合

捕食する生物に捕食された時のひとつ前の行動、[1]と同様に、F方向に進んだときに捕食された場合、自分のコピーを作り、遺伝子コードFの値を-1する。

2.4 デジタル生物以外の動き

[1]餌

デジタル生物が捕食する餌は2世代に1つの確率で発生する。また、設定した上限値以上は発生しないものとする。

[2]デジタル生物を捕食する生物

高さ20~30の領域をランダムに動く。

3.評価

100×100×30の領域内において、10000回世代繰り返した結果、デジタル生物が捕食される回数を検証する。

4.実験

4.1 初期状態

デジタル生物を50匹、餌を500個、デジタル生物を捕食する生物を20匹ランダムに配置する。初期の生物の遺伝子コードはランダム値とする。(ただし、0~9の範囲内)

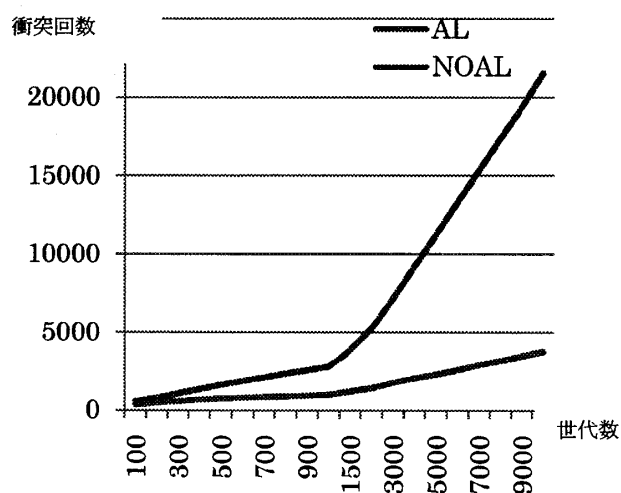
4.2 実験

[1]遺伝子の進化がない場合[NoAL]

[2]遺伝子の進化がある場合[AL]

[1],[2]の二つのパターンについて実験を行う。

5.実験結果



| 世代数 | AL (回) | NOAL (回) | 世代数 | AL (回) | NOAL (回) |
|------|--------|----------|-------|--------|----------|
| 100 | 204.5 | 408.6 | 1500 | 1049.9 | 3665.1 |
| 200 | 335.7 | 646.8 | 2000 | 1257.3 | 5066.6 |
| 300 | 451.5 | 921.9 | 3000 | 1599.8 | 6978.2 |
| 400 | 518.6 | 1191.7 | 4000 | 1896.4 | 9042.0 |
| 500 | 592.4 | 1468.1 | 5000 | 2147.8 | 11077.4 |
| 600 | 644.6 | 1716.5 | 6000 | 2433.7 | 13144.9 |
| 700 | 694.4 | 1951.8 | 7000 | 2755.6 | 15202.8 |
| 800 | 738 | 2194.8 | 8000 | 3016.5 | 17229.5 |
| 900 | 785.6 | 2112.8 | 9000 | 3312.0 | 19249.5 |
| 1000 | 832.6 | 2641.2 | 10000 | 3602.8 | 21380.4 |

6.まとめ

進化がある場合と進化がない場合では10000世代においては捕食される回数が約7倍の差が出ることを判明した。

100世代においてもすでに2倍の差がついており、提案内容のデジタル生物の進化において、有効性があると考えられる。

7.おわりに

本実験では、捕食される頻度という点に着目して実験を行った。

今後は、餌を捕食できるか否かという寿命を加味し、生物の優勢、劣性をつけて強い生物と弱い生物を環境内に形成していき、限りなく捕食者に捕食されることなく餌に辿り着く探索を行う。

8.参考文献

[1].白石明彦;人工生命とは何か 進化するコンピュータ,丸善(1995)
 [2].人工生命
<http://www.miv.t.u-tokyo.ac.jp/ibalab/rs/al.html>
 [3].H.Iba and T.Sato:A Bug-Based Search Strategy Using Genetic Algorithms,(1992)