

## Self-referenced consciousness

## Self-referenced consciousness

三宅 陽一郎\*

Yoichiro Miyake

\*東京大学 工学系研究科

Department of Electrical Engineering, The University of Tokyo

This basic concept of Artificial Intelligence are proposed from the view of mathematical dynamics. And the simulation following this concept is shown.

## 1. 序論

本論者は人工知能の基礎的モデルをダイナミクスの観点から導入するものである。最初に概念的なモデルを提示し、次に数学モデルを導入し後、簡単なシミュレーションを行う。

## 2. 概念

今、主体(生命)  $I$  を取り巻く環境(世界)を  $X$  とする。生命は感覚を持ち、世界から情報を受け取る。これを、 $f(X)$  と書く。一般に生命は複数の感覚  $\{f_1, f_2, \dots, f_n\}$  を持ち、それぞれ世界から情報  $\{f_1(X), f_2(X), \dots, f_n(X)\}$  を受け取り、それらの情報を総合して、自分の認識する世界  $W$  を再構成する。再構成された世界を  $W$  とする、これは

$$W = g(f_1(X), f_2(X), \dots, f_n(X)) \quad (1)$$

と書ける。

生命が見る世界は世界そのものでなく、さらに感覚によって切り取られた情報も物理的情報とは異なり歪曲されている。即ち、生命は己の中に、欲求(生理的欲求)を持ち、その欲求によって物を見ている。(例えば、古い問題で、人 はりんごを“食べられるもの”として見るが、果たして人は食べ物でないものとしてりんごを見ることが出来るか? という問題がある)。よって、生命の持つ欲求を  $\{h_1(I), h_2(I), \dots, h_n(I)\}$  として、

$$f_i(X) = k(h_1(I), h_2(I), \dots, h_n(I))(X) \quad (2)$$

と書ける。この式は、affordance を表現しているとも解釈できる。

意識とは何かを考えると、それは内的な欲求を世界に対して満たすべく働く関数とみなすことが出来る。知性というものを考える時、それを何か論理的な、抽象的な思考や計算能力を有する機関と考えてはならない。それは、知性に付随する側面であって、本来知性は環境との相互作用を通して初めて成立するものであると考えるのが妥当である。即ち、意識は生命の内的な構造と環境との境界に立つ存在である。意識は外的な環境(変化)に対して、自己を保存、同じことであるが、欲求を満たすために行動をとる。すると、環境  $X$  は変化を受けて(例えば、これは視点を変えたなど小さなことから、移住したなどの大きな変化でもよい)  $Y$  となる。これを

$$i: X \mapsto Y$$

と書く。当然、これによって  $W$  は変化するので、これを  $V$  とする。これを式(1)に照らして考えると

$$\begin{aligned} V &= g(f_1(Y), f_2(Y), \dots, f_n(Y)) \\ &= g(f_1(i(X)), f_2(i(X)), \dots, f_n(i(X))) \\ \text{右辺を} & \\ & i^* (g(f_1(X), f_2(X), \dots, f_n(X))) \\ \text{として、} & \\ V &= i^*(W) \end{aligned}$$

これは、行動によって、環境が変化し、そして認識された世界が変化することを表す。この関係は人は認識された世界の中で行動するが、行動自身は世界そのものとの関係の中にあることを現す。このことは、人の行動において誤解に基づくミスを起こす可能性があることを示すものであり、また人が世界を知ろうとする動機足り得るものである。

## 3. 線形モデル

前章で展開したモデルを数値化し、そのダイナミクスを表現する。生命は、非線形のシステムであり、当然、 $f, g, h$  などの関数は非線形関数とすべきであるが、今回は簡単な導入のため線形モデルを採用する。非線形モデルの場合はさらに興味深い結果が得られるであろう。

まず、 $f = \{f_1(X), f_2(X), \dots, f_n(X)\}$  を実数値ベクトルとみなす。そして、 $g$  を線形関数とすれば、(1)式は

$$W = a_{11}f_1(X) + a_{12}f_2(X) + \dots + a_{1n}f_n(X)$$

さらに、同様に(2)式は

$$f_i(X) = k_{i1}h_1(I) + k_{i2}h_2(I) + \dots + k_{in}h_n(I)$$

となり、 $h = \{h_1(I), h_2(I), \dots, h_n(I)\}$  に対して、

$$f = Kh$$

$K$  は行列となり、 $K$  は感覚によって得られた情報の欲求による

解釈であるから、affordance を表現しているとみなすことが出来る。

## 4. シミュレーション

以上のモデルをもとに、最も簡単なモデルのシミュレーションを行ってみよう。シミュレーションの目的は、このモデルが知能のダイナミクスの端緒を如何に表現するかを明らかにすることである。

生命が保存しようとするという自己をパラメータ  $s$  で現す。は体温であってもいいし、脂肪(食料)であってもいいし、

$$l = |s - \alpha f|$$

を最小にしようとする。は生命固有のパラメータとする。さらに、今考える生命は移動可能な生物であると、 $10 \times 10$  の map(マスの上に生物が存在できるとする)の上

を1ステップで1つ移動できるとする。まず環境*f*に対して*f*の適当な分布を 10x10 の要素*f*(*i,j*) 乱数で生成する(乱数を用いる積極的な意味はない)。初期条件として *s*=19、各マスにそれぞれ別の *g* が1から100の整数の値を持つ100の個体が存在しとする(総数10000、図2)。それぞれの生物は、自分のいるマスの1つ向こうの、前後、左右、斜め(最大9マス)に対して *l* を計算できるとし、*l* が最小の値をとるマスに移動するとし、最大10ステップまで移動するとする。図2がその結果である。この最小値を見出すということが生物が判断することであるとみなす。

結果は図3のように、特定の場所に個体が集中するという結果を得る。図2と図3を比べて、個々の個体が判断し、移動した現象があらわれているとみなす。

### 5. まとめ

非常に簡単なシミュレーションな結果であるが、環境変数と自己の保存定数を設定することによって、生命が自己を保存しようとして運動する知能のあらわれを見ることが出来る。

知能はそういった保存本能の延長にあるものであり、より高次の非線形関数モデル、多数のパラメーター、複雑な環境を設定することで、知能の起源をとらえる可能性があると考えられる。

言語的なモデルは、独立した知能をビルトアップ式に構造を持たせようとする試みであるのに対し、数値ダイナミクスの知能の探求とは、環境に対する個体の運動或いは反射の総合の中に知性の起源を見出そうとするものである。

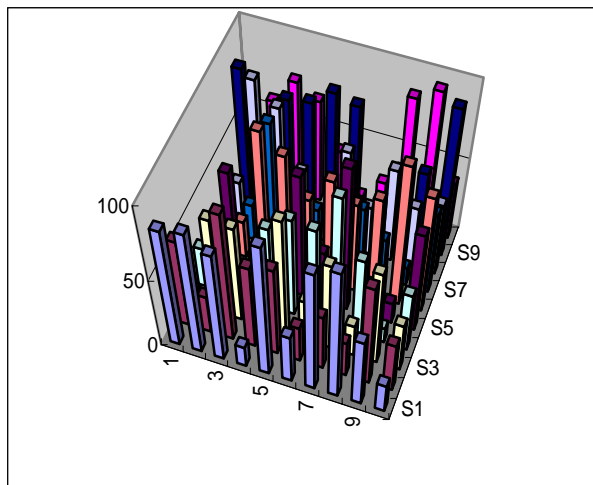


図1 乱数によって生成した環境パラメーター*f*(*i,j*)のグラフ

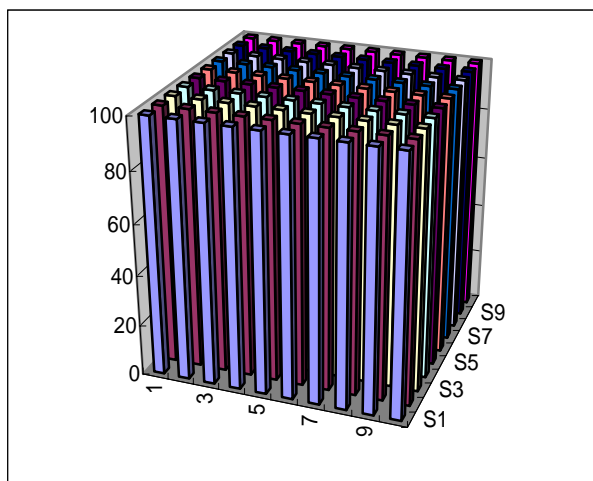


図2 初期状態

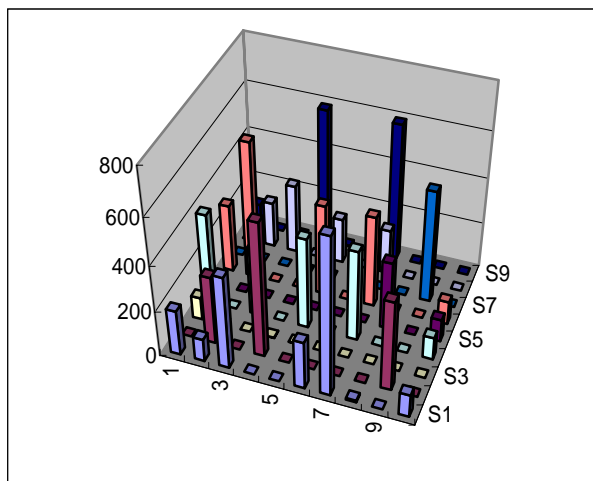


図3 シミュレーションの結果

上記の3図は X,Y 軸は整数の座標、Z 軸は図1では環境定数*f*、図2, 3では個体数を表す