

1L-2

IACモデルに関する基礎研究

— 構造の動作特性に関する考察 —

山田 孝治 嘉数 侑昇
北海道大学

1. はじめに

PDPモデル³⁾のデータベースへの応用に対して知識の分散表現とその内容検索記憶を目的としたIACモデル(Interactive Activation and Competition model, 相互活性化競合モデル)^{1), 2)}が提案されている。IACモデルは関係表と等価な意味を持つネットワークの構造によって形成されるが、その特徴は蓄積された知識が一般化された表現として獲得されることにある。しかし、ネットワークの出力を評価するうえで、IACモデルの動作特性に関しては不明な点が多く、IACモデルの分散表現による知識の意味的解釈は困難なものとなっている。

本研究ではIACモデルの構造の動作特性に関わる各パラメータのネットワークにおける情報処理への影響を調べるため、ネットワークの収束経路を観察することにより考察し、IACモデルの諸性質を明らかにすることを試みる。

2. IACモデル

IACモデルではひとつのユニットにひとつの意味を割り当てている。図1に示すように関係表をもとに各属性をひとつのインスタンスユニットで結び、同じ属性間では抑制性結合、異なった属性間では興奮性結合を持たせて競合させることにより関係を導出している。今、時刻 t におけるネットワークの出力 $O(t)$ を、ユニット数 N 、ユニット i の活性値 $a_i(t)$ として、ベクトル表記して、

$$O(t) = (a_1(t), a_2(t), \dots, a_N(t)), \quad (1)$$

で表すとすると、ユニット i の状態は、

正味入力:

$$net_i(t) = \sum w_{ij} a_j(t) + EXT_i. \quad (2)$$

w_{ij} : 結合荷重.

活性化関数:

$$\Delta a_i = \begin{cases} (MAX - a_i(t))net_i(t) - D \cdot (a_i(t) - R) & (0 < net_i(t)) \\ (a_i(t) - MIN)net_i(t) - D \cdot (a_i(t) - R) & (net_i(t) \leq 0). \end{cases} \quad (3)$$

D : 減衰率, R : 安定値.

$$a_i(t+1) = a_i(t) + \Delta a_i \quad (MIN \leq a_i(t) \leq MAX). \quad (4)$$

出力関数:

$$o_i(t) = \begin{cases} a_i(t) & (0 < a_i(t)) \\ 0 & (a_i(t) \leq 0), \end{cases} \quad (5)$$

で定まることになる。

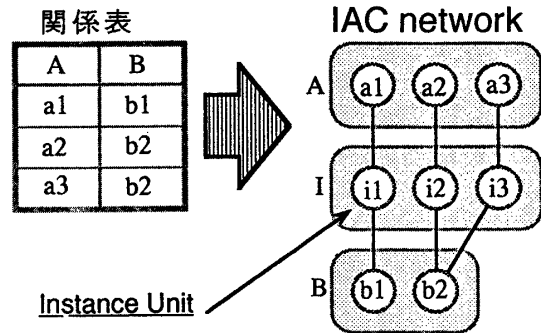


図1 IAC networkの構成

3. 実験

動作特性に関して、構成要素、および構造の2点に関する考察が必要であるが、ここでは後者について、

- I. 結合荷重 W : ①抑制性結合荷重 I
②興奮性結合荷重 E

- II. 初期値 P .

のネットワークの行う情報処理への影響を調べるために以下の方法で実験を行う。

IACネットワークからの出力は、その結合のもととなる関係表から直接求められる関係との相関を取ることによって評価が可能となる。今、関係表の検索結果をベクトル表記してターゲットパターン P_T 、同様の検索を行った時刻 t のIACネットワークからの出力パターンを $P(t)$ ($=O(t)$)とし、ネットワークが安定するまでの間、各時刻において P_T と $P(t)$ の内積($P_T, P(t)$), ノルム $\|P_T, P(t)\|$ をとることによりIACネットワークの収束経路を比較する。

本実験では以下のように条件を設定した。

- ユニット数 = 8 結合は図1
- 68, 結合はJets & Sharksのメンバ
- MAX=1.0, MIN=-1.0, D=0.1, R=-0.1
- EXT=0.2

実験I-①: $I = 0.1, 0.8, E = 0.1, 0.4, 0.8$

実験I-②: $E = 0.1, 0.8, I = 0.1, 0.4, 0.8$

ここではユニット数8個の場合について考察する。

4. 結果・考察

実験結果を図2~4に示す。

I. 結合荷重W

①抑制性結合荷重Iはネットワークの収束経路に影響を及ぼしている。(図2)。Iが小さい場合、ターゲットパターン P_T に対して角度が近くなってから距離が近づいている。Iが大きい場合、距離が近づいてから角度が近づいている。

②興奮性結合荷重Eはネットワークの収束スピードに影響している。(図3)。Eが大きいほど収束スピードが速い。

II. 初期値 P_0 , ユニット数

初期値 P_0 のネットワークへの入力を S_a, S_b , それぞれに対する出力パターンを P_a, P_b とする。初期値 P_a に対して入力 S_b, P_b に対して S_a を入力した場合、ユニット数が少ない場合、可逆性が見られる。(図4)。ここでは省略したが、ユニット数が多い場合、相互作用の結果、可逆性は阻害されている。

5. おわりに

IACモデルの動作特性に関わる各パラメータに関して、その役割を明らかにした。

IACモデルから得られる出力は、ある時刻で輪切りにしたパターンではなく、その経路が重要である。IACネットワークの収束する過程は、蓄積した知識の中から活性化された知識を手掛かりとして、ひとつの状態を作り出していることがわかる。

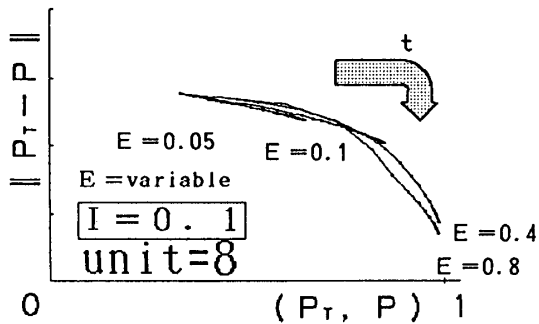


図2 抑制性結合荷重Iの特性

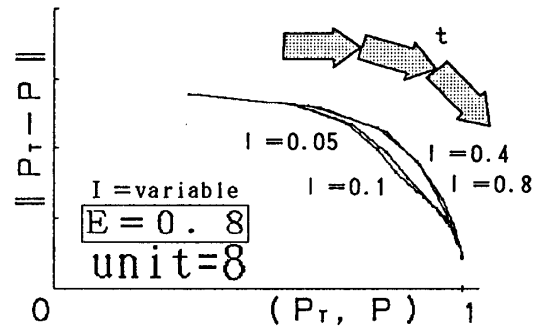
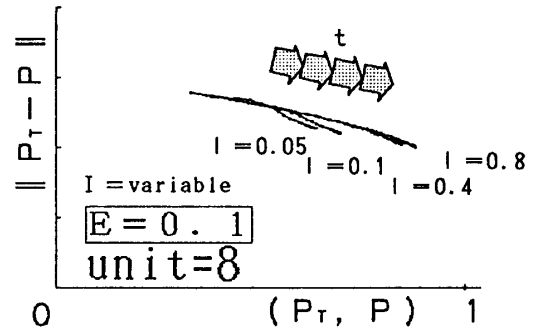
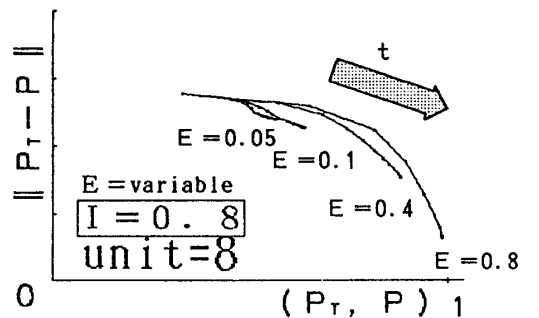


図3 興奮性結合荷重Eの特性

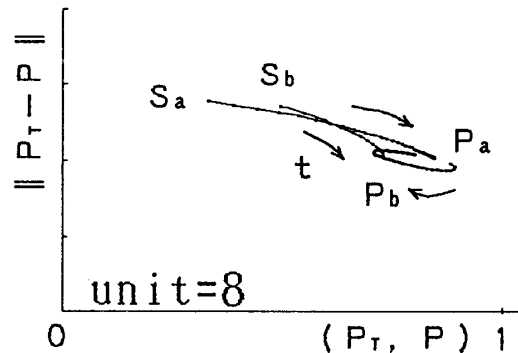


図4 初期値の特性

・参考文献

- 1) McClelland, J.H.: Retrieving general and specific information from stored knowledge of specifics. Proceedings of the Third Annual Meeting of the Cognitive Science Society, pp170-172, (1981).
- 2) McClelland, J.H., Rumelhart, D.E.: EXPLORATIONS IN PARALLEL DISTRIBUTED PROCESSING, A Handbook of Models, Programs, and Exercises, MIT Press, (1988).
- 3) ラメルハート, D.E., マクレランド, J.L., 甘利俊一監訳: PDPモデル~認知科学とニューロン回路網の探索~, 産業図書, (1989).