

## カオスニューラルネットワークを用いた認知モデルの解析

日大生産工(院) ○佐藤 良彰

日大生産工 山内 ゆかり

### 1 まえがき

人間は、文字や物体などは多少異なっても同じものであると認知する。これを、コンピュータを用いて人間がどのような振る舞いをするのかを解析する。

具体的には、人間の脳内にある神経細胞(ニューロン)をモデル化したニューラルネットワークにカオス要素を取り入れたカオスニューラルネットワークを合原が1990年に提案した<sup>1)</sup>。本研究ではこのカオスニューラルネットワークを用いた動的記憶において、継続的に学習を行うモデルに、忘却を取り入れた想起パターンにノイズを入れる手法において、記憶パターンにノイズを入れたパターンから想起するときの想起過程および想起後はどのような振る舞いとなるかを解析する。

### 2 提案手法及び実験概要

提案手法によるカオスニューラルネットワークのモデルおよび逐次学習のモデルを以下に示す。

従来のニューラルネットワークでは、パターンの想起は収束する静的連想記憶が行われるが、本研究では、実際の神経細胞におけるカオスの振る舞いを考慮し、カオスニューロンで構成されたネットワークにより動的連想記憶を行う。

このカオスニューラルネットワークに逐次学習を取り入れることで、人間が認知するときの振る舞いを調べる。

ここで、M個の外部入力とN個のカオスニューロンとの相互結合を持つカオスニューラルネットワークのカオスニューロンの更新は次式となる<sup>2)</sup>。

$$x_i(t+1) = f(\xi_i(t+1) + \eta_i(t+1) + \zeta_i(t+1))$$

(1)

$$\xi_i(t+1) = \sum_{j=1}^M v_{ij} \sum_{d=0}^t k_s^d A_j(t-d) \quad (2)$$

$$= k_s \xi_i(t) + v_{ij} A_j(t)$$

$$\eta_i(t+1) = \sum_{j=1}^N w_{ij} \sum_{d=0}^t k_m^d x_j(t-d) \quad (3)$$

$$= k_m \eta_i(t) + \sum_{j=1}^N w_{ij} x_j(t)$$

$$\zeta_i(t+1) = -\alpha \sum_{d=0}^t k_r^d x_i(t-d) - \theta_i \quad (4)$$

$$= k_r \zeta_i(t) - \alpha x_i(t) - \theta_i$$

ここで、 $x_i(t+1)$  は時刻 t+1 における i 番目 (i=1, 2, 3, ..., N) のニューロンの出力値、関数  $f$  はシグモイド関数、 $A_j(t)$  は時刻 t における j 番目 (j=1, 2, 3, ..., M) の外部入力値、 $v_{ij}$  は外部入力  $A_j(t)$  から i 番目のカオスニューロンへの結合荷重、 $w_{ij}$  は j 番目のカオスニューロンから i 番目のカオスニューロンへの結合荷重、 $k_s$ 、 $k_m$ 、 $k_r$  は定数 ( $0 \leq k_s, k_m, k_r \leq 1$ )、 $\alpha$  は不応性項のスケーリングパラメータ、 $\theta_i$  は i 番目のカオスニューロンの閾値、 $\xi_i(t)$  は時刻 t における外部入力、 $\eta_i(t)$  は時刻 t におけるニューロン間の相互結合、 $\zeta_i(t)$  は時刻 t におけるニューロンの不応性を示す。出力関数のシグモイド関数は次式となる<sup>2)</sup>。

$$f(u) = \frac{2}{1 + \exp(-u/\varepsilon)} - 1 \quad (6)$$

### 3 実験結果および検討

本研究では記憶パターンに図1、外部入力パターンに図2に示されたアルファベットのドットパターンを使用して記憶パターンの想起実験を行った。

---

The Analysis of The Cognitive Model in Chaos Neural Network

Yoshiaki SATO and Yukari YAMAUCHI



図 1 記憶パターン



図 2 外部入力パターン

このパターンは相関度が60%以下のものを選択した。表1は記憶パターンの相関度である。

表 1 記憶パターン相関度

	A	D	H	S	T	U	W
A	0.00	51.70	52.02	58.43	58.83	54.32	51.39
D	51.70	0.00	54.39	55.19	51.94	52.89	52.81
H	52.02	54.39	0.00	57.40	50.67	59.86	57.72
S	58.43	55.19	57.40	0.00	52.73	54.00	53.76
T	58.83	51.94	50.67	52.73	0.00	50.20	53.05
U	54.32	52.89	59.86	54.00	50.20	0.00	50.36
W	51.39	52.81	57.72	53.76	53.05	50.36	0.00

図3に外部入力を用いた場合の想起過程を、図4に外部入力を用いた場合の想起結果を示す。

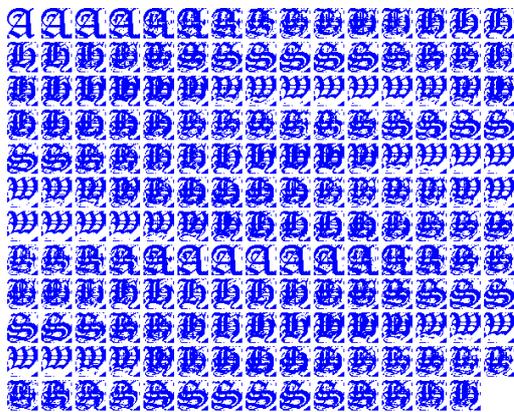


図 3 外部入力未使用時想起過程



図 4 外部入力使用時想起過程

図3、図4より外部入力を与えた場合、与えない場合と比較して外部入力パターンの想起が多くなった。

これは、外部入力を与えているため、外部入力パターンが与えていないときと比べて多く想起されているものと思われる。

#### 4 まとめ

本研究では、カオスニューラルネットワークにおける動的記憶において、継続的に学習を行う手法を提案した。

外部入力を用いることにより、外部入力パターンを想起しやすくなった。

今後の課題は、現在、外部入力は既知パターンを用いている。よって、未知パターンを扱えるようにしたい。また、忘却を用いることで記憶パターンが増加するように改善していきたい。

#### 「参考文献」

- 1) K. Aihara, T. Takebe, and M. Toyoda, "Chaotic neural networks", Physics Letters A, vol.144, no.6, 7, (1990), pp.333-340.
- 2) 長名優子, 萩原将文, カオスニューラルネットワークにおける逐次学習, 電子情報通信学会論文誌, Vol.J82-D- II No.1, (1999), pp.83-90.
- 3) 出口利憲, 石井直宏, カオスニューラルネットにおける特徴による連想ダイナミクスの制御, 電子情報通信学会論文誌, Vol.J78-D-No.1, (1995), pp.1223-1230.
- 4) 川崎紀宏, 長名優子, 萩原将文, 内部パターンを用いた逐次学習可能なカオス連想メモリ, 電子情報通信学会信学技報, NC99-140, (2000), pp.177-184.
- 5) 岐阜工業高等専門学校 電気情報工学科 浅川進也 卒業研究報告 <http://www.gifu-nct.ac.jp/elec/deguchi/sot suron/asakawa/asakawa.html>
- 6) 合原一幸, ニューラルシステムにおけるカオス, 東京電気大学出版者 1993.
- 7) 合原一幸, 脳と神経に学ぶニューロンコンピュータ, 東京電機大学出版局, 1988.