

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(学部) 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¹⁾。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的振る舞いを考慮し、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²⁾。

$$x_i(t+1) = f\left(\sum_{j=1}^M v_{ij} \sum_{d=0}^t k_s^d A(t-d) + \sum_{j=1}^N w_{ij} \sum_{d=0}^t k_m^d x_j(t-d) - \alpha \sum_{d=0}^t k_r^d x_i(t-d) - \theta_i\right) \quad (2)$$

$x_i(t+1)$: 時刻t+1におけるi番目
($i=1, 2, 3, \dots, N$)のニューロンの出力値

関数 f : シグモイド関数

$A(t)$: 時刻tにおけるj番目 ($j=1, 2, 3, \dots, M$) の外部入力値

v_{ij} : 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} : 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^d, k_m^d, k_r^d : 定数 ($0 < k_s^d, k_m^d, k_r^d < 2$)

The Analysis of The Cognitive Model in Chaos Neural Network

Yoshiaki SATO and Yukari YAMAUCHI

α : 不応性項のスケーリングパラメータ

θ_i : i 番目のカオスニューロンの閾値

出力関数のシグモイド関数は次式となる²⁾。

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

未知パターンと既知パターンの判別は次式で判別する²⁾。

$$V = \sum_{t=1}^{T_{sta}} \sum_{i=1}^N |x_i(t) - x_i(t-1)| \quad (3)$$

ここで V はニューロンの変化量である。未知パターンの場合はカオス状態になり、既知パターンはすでに記憶されているパターンのみを想起するので、変化量は既知パターンよりも未知パターンの方が大きくなる。よって、 V が閾値 V_{th} を超えたとき、結合荷重の更新により未知パターンを学習する。

結合荷重の更新式は次式とする。

$$W_{new} = \beta W_{old} + \gamma X(T_{sta}) X(T_{sta}) \quad (4)$$

ここで、 β は忘却率、 W_{old} は今現在の結合荷重、 W_{new} は更新後の結合荷重、 γ は学習率、 $X(T_{sta})$ はネットワークが安定したときの時刻 T_{sta} におけるネットワークの出力である。

3 実験結果および検討

本研究では記憶パターンに図1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録パターンの想起実験を行った。

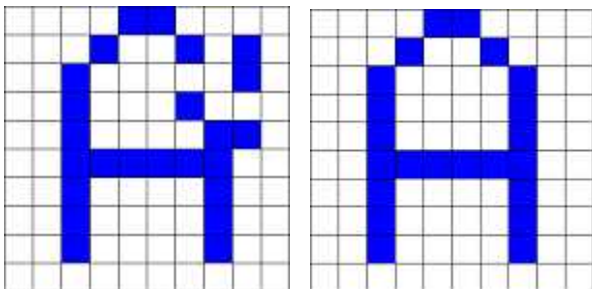


図1 記憶パターンとノイズありパターン

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モデルに、忘却を取り入れる手法を提案した。

忘却を取り入れることにより、ネットワークの記憶容量を超えるパターン数を学習した場合、古い記憶パターンについては想起が難しいが、新しい記憶パターンについては想起可能な動的記憶モデルが構築できた。

今後の課題は、現在のモデルでは記憶パターンはドットを用いたものしか使用できない。よって、画像データなどを取り扱うこともでき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- 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.