

3 値出力型カオスニューラルネットの構成と 連想判別問題への応用

1 序論

ニューラルネットワークは脳細胞の数理モデルを結合させることにより、従来の計算機が不得手であった、連想や学習といった分野に顕著な能力を発揮した。連想記憶の今ひとつの発展形として連想判別がある。これはニューロンの取りうる値を 3 レベルにして、連想結果そのものを判別結果とする手法である。

本論文では、バイナリーニューラルネットワークにおけるヒステリシス出力関数を 3 値出力とし、ニューロン更新則にカオスニューラルネットを取り入れた新しい連想判別システムを提案し、その特性を報告する。

2 カオスニューラルネットワーク

カオスニューラルネットの動作式を以下に示す。

$$x_i(t+1) = f[\xi_i(t+1) + \eta_i(t+1) + \varsigma_i(t+1)]$$

$\xi_i, \eta_i, \varsigma_i$ はそれぞれ i 番目のニューロンの、外部入力項、ニューロン間の相互結合項、ニューロン自身の不応性項となっており、 $x_i(t+1)$ は時刻 $t+1$ における i 番目 ($i=1, 2, \dots, N$) のニューロンの出力、 f は出力関数である。

カオスニューラルネットは不応性項に特徴があり、エネルギーのローカルミニマムへの収束が回避されるため、連想記憶においては複数の記録パターンの動的想起が可能となる。

3 連想記憶

連想記憶とは、ある情報が与えられたときにその情報に関連する記憶を想起するというものである。この章では、まず 2 値パターンの連想記憶ではどのような想起がされるのかを実際に検証した後、3 値出力型のカオスニューラルネットの構成について言及する。そして、そのネットワークの連想記憶能力が判別問題において有効であることをあやめの分類問題に適用し検証する。

3.1 2 値パターンの連想記憶

-1, 1 の 2 値を扱う連想記憶は動作式によってそれぞれのニューロンの内部状態が発散に向かう。想起過程において、入力パターンと相似度が高いパターンから動的に想起されていく。

3.2 3 値パターンの連想記憶の構成

-1, 0, 1 の 3 値を扱う連想記憶は 3 値目の 0 をとるニューロンの内部状態が不規則に変化する。また、0 の値が入ることによって記憶行列内の要素の絶対値が相対的に小さくなり、本来内部状態が発散すべきニューロンの中でも不規則に値が変化するものが出てくる。従来の階段関数やシグモイド関数を用いると出力が安定しない。そこで図 1 に示すような、バイナリーニューラルネットにおけるヒステリシス関数を 3 値出力型に拡張した関数を提案する。以下に式を示す。

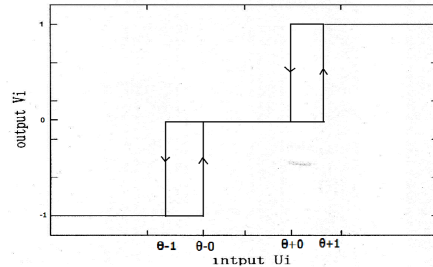


図 1: 3 値出力型のヒステリシス関数

$$f(U) = \begin{cases} -1 & (U \leq \theta_{-1}) \\ \text{変化なし} & (\theta_{-1} < U < \theta_{-0}) \\ 0 & (\theta_{-0} \leq U \leq \theta_{+0}) \\ \text{変化なし} & (\theta_{+0} < U < \theta_{+1}) \\ 1 & (\theta_{+1} \leq U) \end{cases}$$

ヒステリシス（履歴）を考慮しているため出力値の変動が小さくなり、誤想起の解消に有効であると考えられる。

4 連想判別問題への応用

判別問題とは n 個の項目 q_1, q_2, \dots, q_n のデータ ($q_1^*, q_2^*, \dots, q_n^*$) が与えられたとき、これが m 個のクラス (C_1, C_2, \dots, C_m) のいずれに属するデータかを判定する問題である。本論文では Fisher[1] のあやめの分類問題に適用する。あやめの分類問題とは花卉の幅と長さおよび、がくの幅と長さという 4 つの属性値から 3 種類にあやめ (setosa, versicolor, virginica) に分類する問題である。

結果を以下の表に示す。従来解法では誤判別数が 1 ~ 4 であるため本提案解法は妥当な結果であると考えられる。

表 1: 分類結果

	setosa	versicolor	virginica	誤認識数	正答率 (%)
setosa	25	0	0	0	100
versicolor	0	22	3	3	88
virginica	0	0	25	0	100

5 結論

バイナリーニューラルネットにおけるヒステリシス出力関数を拡張し、カオスニューラルネットに導入することで判別問題への応用の可能性が示唆できた。今後の課題としてはパラメータの設定法の確立、動作式への付加項の追加などが考えられる。

参考文献

- [1] R. Fisher: "The use of multiple measurements in taxonomic problems," *Annals of Eugenics*, Vol. 7, PartII, pp. 179-188, 1996