

多値ニューラルネットワークからのルールベースの導出

5AG-9

坪木 雅直

宮内 新

石川 知雄

武蔵工業大学大学院工学研究科電気工学

1 はじめに

現在、ニューラルネットワークは神経回路網の仕組みを解明するモデルとしては依然として研究が行なわれている。我々は、ニューラルネットワーク自体をルールベースに置き換える手法 [1] を提案した。

この文献で我々が提案した「ルールの導出手法」は、ニューラルネットワークの入力群と出力群の対応ルールを作成することにより、ネットワーク途中の積和演算を行なわないことで計算速度を向上させるものである。またルールの導出によって、ネットワーク上で出力に反映されないユニットが存在する場合には、そのユニットが特定されるという利点もある。もちろんニューラルネットワークの特性である般化能力も導出されたルールは受け継いでいる。ただし「ルールの導出手法」では、入出力値で扱えるのは論理値 (2 値) に限定している。

そこで本研究では、「ルールの導出手法」を用いる際に多値を扱えるようにし、同手法の適応力を高める手法を提案する。

2 多値ニューラルネットワーク

入出力に多値 (離散値) を扱うニューラルネットワークを多値ニューラルネットワークと呼び、そのネットワークとして層構造型のネットワークを対象とする。

まず「ルールの導出手法」について簡単に触れる。

Derivation rules from Neural Network of Multiple Value
Masanao Tsuboki, Arata Miyuchi, and Tomoo Ishikawa
Electrical Engineering, Graduates School of Research Division in Engineering, Musashi Institute of Technology
1-28-1 Tamazutsumi, Setagaya, Tokyo 158 JAPAN

2.1 ルールの導出手法

この手法は、「論理関数への変換」と「ルールベースの作成」の2つのから成っている。

「論理関数への変換」では、ニューラルネットワークの各ニューロンの結合荷重と各ニューロンのしきい値から論理関数を導出し、「ルールベースの作成」では、「論理関数への変換」で各ニューロンから得られた論理関数を、対象とするニューラルネットワークの結合状態により合成し、ネットワークの入出力群の対応ルールを実際に作成する。

2.2 多値の取り扱い

今回提案する手法は、学習段階では2値ニューロンで行ない、各層毎に多値ニューロンの表現法を変える。以降、その方法を説明する。

2.2.1 入力層

入力層については、この層への重み値も、しきい値も存在しないので、入力された多値を単純にバイナリで表現してネットワークに入力する (図1)。

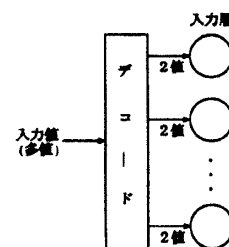


図1 入力層での入力値のデコード

2.2.2 中間層

任意の各ユニット1つは、「ルールの導出手法」に適応させるために2値でなくてはならないので、多値を扱うためにユニットを1まとまりにしたユ

ユニット群を考える。このユニット群は1つの多値を表すので、群内のユニット間には特別な結合が必要と思われる。そこで各ユニット間に接続ユニットへの結合を行なった(図2)。

順方向伝搬の際、群内ユニット U_{mj} は前層結合ユニットからの重み値の掛けられた出力値の総和に、群内ユニット $U_{(m-1)j}$ からの重み値の掛けられた出力値も足し合わせる。

また学習は誤差逆伝搬法を用い、各ニューロンの出力関数として用いるシグモイド関数の傾きを学習回数を重ねる毎に急にしていき、最終的に階段関数に近似する。このとき、ユニット群内は局所的な中間層と考え、接続ユニット間結合の重み値の学習は以下の式で行なう。ただし、図2の第 k 層は中間層であるとする。

$$\delta_{m,j} = \left(\sum_{a=1}^n \delta_{a,k} w_{ma,k} + \delta_{(m+1),j} w_{(m+1),uj} \right) \times out_{m,j} (1 - out_{m,j}) \quad (1)$$

$$\Delta w_{mn,k}(t+1) = \eta(\delta_{n,k} out_{m,k}) + \alpha(\Delta w_{mn,k}(t)) \quad (2)$$

$$w_{mn,k}(t+1) = w_{mn,k}(t) + \Delta w_{mn,k}(t+1) \quad (3)$$

ここで η は訓練率、 α は慣性項であり、 $out_{m,j}$ はユニット U_{mj} の出力値、 $w_{m,u,j}$ は、第 j 層第 u ユニット群内のユニット $U_{(m-1)j}$ からユニット U_{mj} への重み値であるとする。

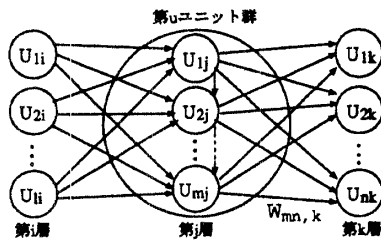


図2 ユニット群

2.2.3 出力層

出力層においても中間層と同様に群内で隣接ユニット間結合を行ない、順方向伝搬時は前層からの積和演算の他に隣接ユニットからの出力も足し合わせる。

また学習時は、出力層であるために教師信号という目標値が利用できるため、以下の式で重み値

を訓練する。ただし、図2の第 k 層が出力層で、かつ、ユニット群であるとする。

$$\delta_{n,k} = \{ (teach_{n,k} - out_{n,k}) + \delta_{(n+1),k} w_{(n+1),uk} \} \times out_{n,k} (1 - out_{n,k}) \quad (4)$$

$$\Delta w_{mn,k} = \eta(\delta_{n,k} out_{n,j}) \quad (5)$$

$$w_{mn,k}(t+1) = w_{mn,k}(t) + \Delta w_{mn,k} \quad (6)$$

教師信号については入力層の入力値と同様の理由により、バイナリで表現する(図3)。

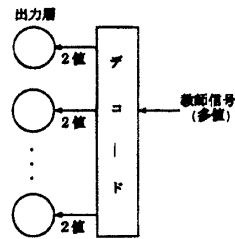


図3 出力層での教師信号のデコード

3 おわりに

今回は「ルール of 導出手法」において多値を取り扱うための一手法を提案したが、これ以外にも多値を表現するための方法はあると思われる。今後は他の方法も実験・検討していく。

参考文献

- [1] 山本 恵一, 坪木 雅直, 早川 祥, 宮内 新: “ニューラルネットワークからのルールベースの導出”, 電子情報通信学会総合大会, D-147, (1996).
- [2] 加藤 清史: “デジタルシステムの基礎”, オーム社.
- [3] 安西 祐一郎: “認識と学習”, 岩波書店, pp329-346, pp375-387, (1989).
- [4] Minsky M., and Papert S.: “Perceptrons”, MIT Press, (1969).
- [5] LiMin Fu: “Neural Networks in Computer Intelligence”, McGraw-Hill, pp115-140, (1994).