

## ニューラルネットワークにおけるルール抽出の検討\*

1 J-3

田口 敏裕<sup>†</sup> 宮内 新<sup>†</sup> 石川 知雄<sup>†</sup>  
武蔵工業大学<sup>‡</sup>

## 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盛んに研究が行われている。我々は、ニューラルネットワークをルールに置き換える、ルールベースニューラルネットワークを提案してきた。現在までに、層構造型ニューラルネットワークと Hopfield Network に対応し、ルールを適用したニューラルネットワークが元のニューラルネットワークを等価の出力が得られることも確認した。しかし、これらは各トポロジのプリミティブに多少手を加えているため、ユーザはトポロジ毎に特殊な手法を加えなくてはならなかった。そこで、本稿では更なる汎用性向上の為に、様々なトポロジにルールベースニューラルネットワークを、適用させるための手法について検討する。

## 2 Rule Base Neural Network

ここではルールの導出手法について、各トポロジのプリミティブを変更せずに、入力値が二値である場合にルールを導出をした結果を示す。

## 2.1 二値ニューラルネットワーク

$n$  入力のニューロンは nor、nand の論理回路で表現可能である [1] ため、論理回路で表現されたニューロンをネットワークとして多段に重ねることによって、論理関数の表現が可能となる [2]。

二値ニューラルネットワークに於いてはルールに置きかえる際にプリミティブに干渉していないため、そのまま適用する。

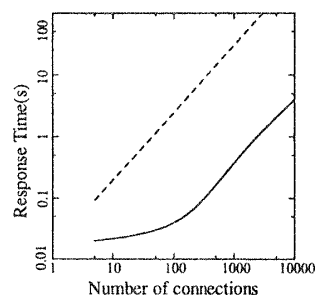


Fig 2.1: 出力応答時間 (実線:ルールベース、点線:非ルールベース)

## 2.2 演算時間の比較

ユニットの数によって結果を出力する時間の変化を示すグラフを図 2.1 に示す。この両対数グラフにより、ルールに置き換えた場合に結果を得るまでの時間が速くなっている事が確認できる。

このグラフは総ニューロン結合数によるものの為、多値ニューラルネットワークに於いても同等の出力応答時間となる。

## 2.3 多値ニューラルネットワーク

ニューラルネットワークには二値のものではなく、多値のものも存在する。しかし、前節の手法では二値の物しか利用することが出来ない。

そこで、多値を利用する方法として、入力された多値を単純に二値に変換することによる方法が考えられる。この方法は、入力された多値を二値へ分離し、それらを 1 つ 1 つのニューロンとして扱うものである [3]。しかし、この手法では数が大きくなった場合や、ニューラルネットワークが巨大な場合、ニューロンの数が爆発的に増えてしまう。

ルールベースニューラルネットワークはどのようなトポロジに於いても、最低限一回の学習を必要とするシステムであることから、学習のための高速化を行うことは重要である。

\*A study on rule extraction in Neural Network

<sup>†</sup>Toshihiro TAGUCHI, Arata MIYAUCHI, Tomo ISHIKAWA

<sup>‡</sup>Musashi Institute of Technology

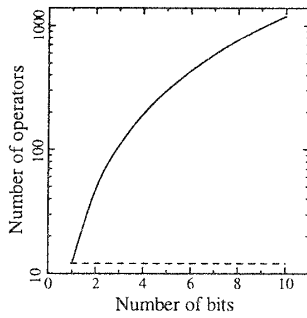


Fig 2.2: 提案手法によるニューロンの総結合数 (実線:従来法、点線:提案手法)

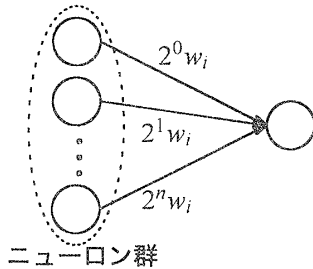


Fig 2.3: 二値ニューロンにおける重み付け

この問題は、個々のニューロンに於いて出力を行う際に、二値に分離されていたものを多値で計算することにより大幅な計算量の低減が行える。2-3-2 結合の様な簡単な層構造型ニューラルネットワークの場合には、ニューロンの結合数は図 2.2 の様になる。

この際に問題となってくるのは個々の二値ニューロンにおける重みの関係である。ルールベースニューラルネットワークでは二値化された多値におけるそれぞれのニューロンは、それぞれに於いてその重みが異なっていた。これは桁が大きい数値のほうの重要度が高いからである。よって、この問題は桁毎に重み付けを変化させることにより対応が可能となる。ニューロン群のそれぞれの重みは以下の様になる。

$$w_m = 2^m \times \frac{w}{2^n - 1}$$

$w$ : ニューロン群の重み

$m$ : 二値ニューロンの桁

$n$ : ニューロン群の桁数 (二進数)

### 3 検証実験

プリミティブに干渉しない二値ルールベースニューラルネットワークに於いては既に検証済みである [2]。

ここに多値 Hopfield ニューラルネットワークに於いて、簡単な数値識別実験を行った結果を示す。

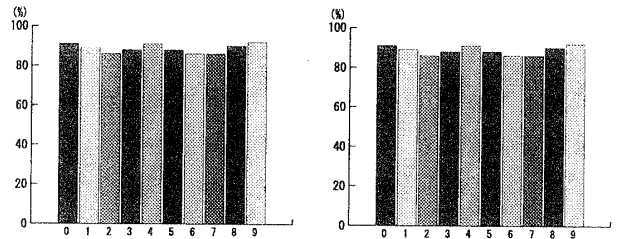


Fig 3.1: ルールベース (左) と非ルールベース (右) における識別結果

この結果が示すように、非ルールベースの識別結果とルールベースにした物の結果が等価であることから、プリミティブに干渉せずに多値ニューラルネットワークをルールに置き換えた場合にもネットワークが等価であることを実験に於いても確認できた。

### 4 おわりに

本稿ではトポロジのプリミティブに干渉しないルールベースニューラルネットワークの構築方法と、多値ルールベースニューラルネットワークの高速化手法について言及した。これらは、総てのニューラルネットワークをルールに置き換えることを可能とし、巨大なネットワークに対しても高速で、かつもとのニューラルネットワークと等価な解が得られることを示している。

### 参考文献

- [1] Minsky M., and Papert S.: “Perceptrons”, MIT Press(1969)
- [2] 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)
- [3] 坪木雅直、宮内新、石川知雄: “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”, 情報処理学会第 55 回 全国大会, 5AG-9(1997)