

## 4D-5

質問能力を持った  
ニューラルネット

金道敏樹・吉田邦夫  
松下技研(株) 研究開発グループ

はじめに

多層ニューラルネットの学習アルゴリズムとしてよく知られたものに、誤差逆伝搬法がある<sup>1)</sup>。ニューラルネットの学習則としてこの型の学習アルゴリズムはシステムが間違っただけ学習を行なうために、学習の進展にともない正答率が上がるにつれ、学習効率の低下を生じる。筆者らは、もしある程度の学習を行ったシステムが判別不能の入力について質問を発することができれば上の問題は避けることができると考え、出力パターンから入力パターンを想起できる多層ニューラルネットを構成し、その効果を確認した。

本文は、ニューラルネットに質問能力もたせることについて述べるものである。

(ここでいう質問能力とは、相反事象 A、B がある問題において、A か B か判断に困る入力を例示できる能力を言う。)

システムの構成

多層ニューラルネットの入出力関数

(F) は、

$$F: X = R^n \text{ (または } I^n) \rightarrow Y = I^m$$

ここで、 $R = (-\infty, \infty)$ 、

$$I = (0, 1)$$

と表わされる。通常、 $n > m$  であり、F は多対一写像となり、F の逆関数は定義されない。

これが、システムが質問能力を簡単に持つことができない大きな理由である。そこで、逆関数を持つ F を構成できるように、各層のニューロンの数を同じとし、逆行列を持つ層間結合行列を用いることを考える。逆関数を定義できれば、出力側から入出力関数 F を評価することができる。これにより、相反事象 A、B を同時に出力する入力、すなわちシステムが判断に迷う入力、とはどんなものか、A と判断してよいか否か微妙な入力といったものを容易に取り出すことができる。具体的には、入力が A であるとき発火する A ニューロンと、入力が B であるとき発火する B ニューロンとに、同時に発火状態の値  $h \approx 1$  をあたえた出力パターン  $p_o \in Y$  を、逆関数  $F^{-1}$  で入力パターン  $p_i \in X$  に引き戻す。この入力パターン  $p_i$  がシステムにとって判断に迷うものであることは明かである。このとき、パターン  $p_i$  をみて、それが属するカテゴリーを判断し、それをシステムに教えることができる。その際のシステムの学習は、逆伝搬法を用いればよい。

実験

相反事象を持つ例題として、ここでは exclusive OR (XOR) と AND を同時に判別する 2 入力 2 出力系を取り上げた。

システムは図 1 のような各層は 2 個のニューロンからなる 3 層構造とし、学習アルゴリズムは逆伝搬法を採用した。

An Inquisitive Neural-Net

Toshiki Kindo and Kunihiro Yoshida  
Matsushita Research Institute Tokyo, Inc.

数値実験の結果、上記の方法により、図2に示した意味の無い領域  $AND \cap XOR$  を効率よく小さくできることが認められた。

#### おわりに

この機構は、カテゴリー分離が不十分な全く学習不足状態のシステムにおいてはともかく、そこそこの正解を出す学習を積んだシステムにおいては学習すべき入力を効率よく選べる。したがって、学習の進行にともなう学習効率の低下を避けることができる。

しかしながら、各層でのニューロンの数を同じにすることはきびしい条件であり、現在解析を進めているより複雑な問題においては、

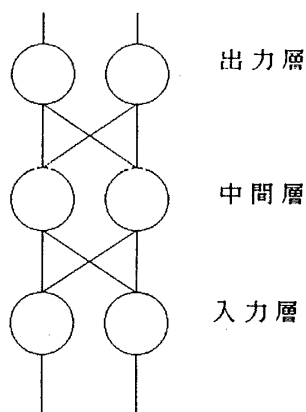


図1 ニューラルネットの構成

XOR・AND問題と同様の結果を得るためには、問題の性質の解析が必要であるように思われる。とはいえ、問題の解析が必要であっても、システムを出力側から評価できることを明らかにしたことは応用上有用である。

#### Reference

- 1) Parallel Distributed Processing  
Vol.1 318 (87) D. Rumelhart et al.

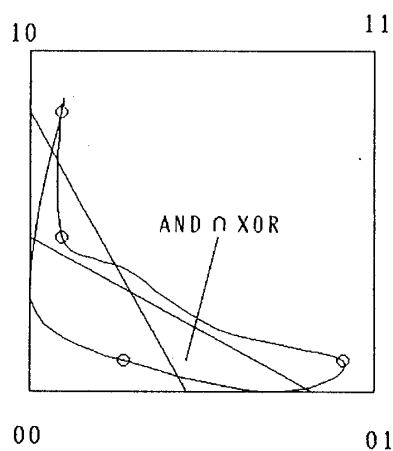


図2 中間層における入力領域の様子と出力層のニューロンによる線形分離直線を示す概念図

図中の曲線は入力層の像であり、2つの直線は出力層のニューロンによって定まる分離直線であり、斜線部は本文で述べた機構により効率よく学習されるシステムが判断に迷う領域である。