4N－4

多層ネットの学習誤差評価法の一提案

ー 不感帯導入によるパターン学習の容易化 ー

吉原郁夫 †　　坪井 潤 ‡
†（株）日立製作所システム開発研究所　‡ 日立中部ソフトウエア（株）

1　はじめに

多層ニューラルネットワークに真／偽、ON/OFF 等のパターンを学習させる場合、次の様に行なうのが一般的である ― 2つの状態を、2つの数値（例えば 1,0）で表し、教師信号として与える。ニューラルネットワークの出力は2値の中間値となるが、適当な閾値を設けて 1–0 の判定を行なう。例えば、0.9 以上は 1、0.1 以下は 0 と判定する。

この場合パターンの境界付近に、0,1 いずれに属するのか判別不能となる領域が生じる。0⇌1 の不連続な変化をシグモイドなど連続関数で表そうとする限り、このような事態を完全に回避することは困難である。しかし、ニューロン数が同一であっても、判別不能領域をある程度狭めることは出来る筈である。

われわれは、連想時だけでなく学習時にもパターンの状態を表す値に幅を持たせることにより、パターンを学習しやすくしようと考えた。具体的には、1 及び 0 に近い出力に対しては、教師信号との誤差を 0 と見做すような、不感帯をもった誤差関数を導入し、2 次元パターンの識別を例に提案方式を評価する。

2　不感帯を導入した誤差関数

誤差関数 E はニューラルネットの出力 $f(x_i)$ と教師信号 t_i とのずれから次式のように表わされる。

$$E = \sum_i \varepsilon(f(x_i), t_i) \tag{1}$$

$$\varepsilon(f(x), t) = \frac{1}{2}|f(x) - t|^2 \tag{2}$$

ε は個々の出力ノードと教師信号との誤差を評価する関数であるが、この関数につぎのような不感帯を設ける。即ち、教師信号が 1 のとき、ネットワークの出力が 0.9 以上であれば誤差は 0、教師信号が 0 のとき、ネットワークの出力が 0.1 以下であれば誤差は 0 とする。

$$\varepsilon(f(x), t) = \begin{cases} 0 & (f(x) \geq 0.9) \bigwedge (t = 0.9) \\ \frac{1}{2}|f(x) - t|^2 & else \\ 0 & (f(x) \leq 0.1) \bigwedge (t = 0.1) \end{cases} \tag{3}$$

こうすることにより、境界付近も境界から離れた点も同じ値に合わせようとする無理を避けることができる。

3　二次元パターンによる検証

3.1　菱形領域の識別

菱形図形の領域判定をおこなってみる。図 1はこの実験に用いた菱形図形である。ネットワークの構成は 2-2-2-1 で、ランダムに選んだ 5000 点を学習データとし、その x,y 座標を入力値とする。教師データは菱形の領域内であれば 0.9、領域外であれば 0.1 として 5000 回学習させる。また検証は、x,y とも、0.1 刻みのグリッドの交点に対して行なう。従来法（通常の誤差関数）で学習させた結果を図 2に示す。図の点は出力が 0.1 より大きく 0.9 未満の点、すなわち判別不能点であり、図形の境界附近にあらわれているのがわかる。また判別不能点は全計測点 (861 点) 中 119 点あった。

次に提案法の誤差関数を用い、同様の学習条件で領域判定を行なってみる（図 3)。学習誤差関数以外の学習条件は全て前回と同一である。判別不能点は 64 点となり、従来法に比べ半分近くに減っていることがわかる。

3.2　制御パターンの識別

次に、図 4のような領域が 3 つに分れているある制御領域の学習を試みる。ネットワーク構成は 2-3-3-3 の 4 層で、入力は前回と同様ランダムに選んだ点の x,y 座標である。出力層の 3 ノードはそれぞれ領域の a,b,c に対応している。教師データは a,b,c いずれかに該当する出力ノードのみ 0.9 それ以外の 2 つのノードを 0.1 となるようにする。

従来モデルと提案モデルとの結果をそれぞれ図 5, 図 6に示す。判別不能点は従来法が 62 点なのに対し、提案法が 18 点と大幅に少なくなっているのがわかる。

A Proposal of Error Function for Multilayer Neural Network
† Ikuo YOSHIHARA
‡ Jun TSUBOI
† Systems Development Laboratory,Hitachi,Ltd.
‡ Hitachi ChubuSoftware,Ltd.

4 おわりに

多層モデルで、パターンを認識する際、領域判定を明瞭にするため誤差関数に特別の不感帯を設ける方法を提案した。2次元図形の識別を例に検証を行なった結果、従来法よりも学習が速く識別精度が高いことが確認できた。

参考文献

[1] 中野 馨 編, ニューロコンピュータの基礎, コロナ社 (1990)

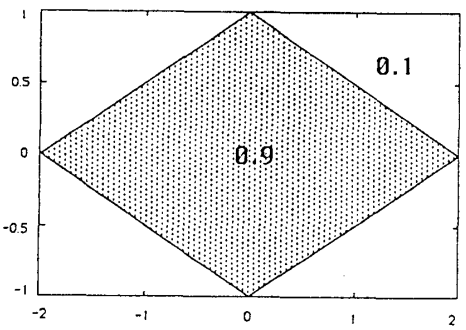

図 1: 実験に用いた図形

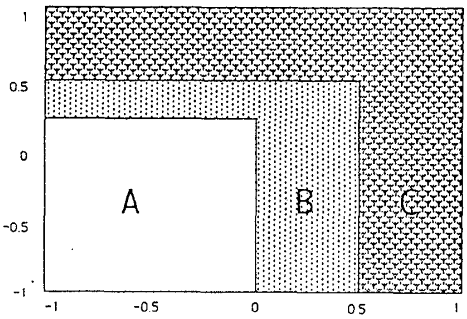

図 4: 制御パターン

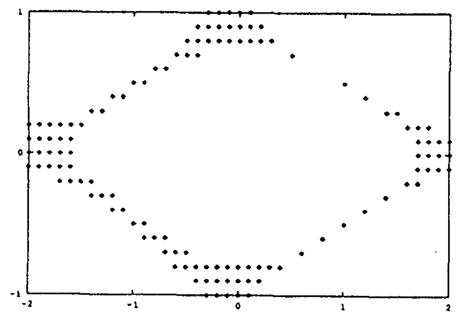

図 2: 菱形領域の識別結果 (従来法)

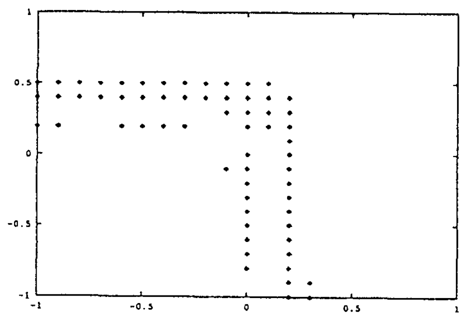

図 5: 制御パターンの識別結果 (従来法)

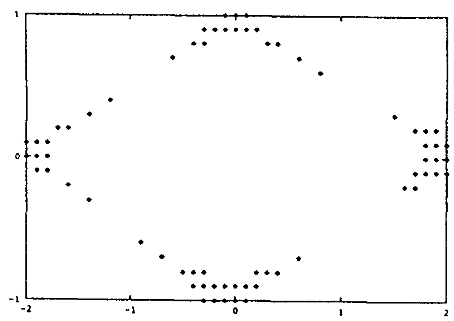

図 3: 菱形領域の識別結果 (提案法)

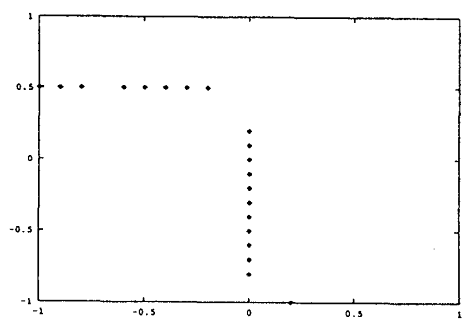

図 6: 制御パターンの識別結果 (提案法)