

4D-8

ニューラルネットワークの能動的学習アルゴリズム

ピトヨ ハルトノ 橋本 周司
早稲田大学 理工学部

1. はじめに

従来のニューラルネットワークの教師付き学習アルゴリズムでは、訓練パターンと希望出力の組をランダムに与え、結合係数の修正を行うものが多い。またニューラルネットワークはパターン分類に用いられることが多いが、我々はここ数年、ニューラルネットワークを用いて学習したパターンと同一の属性を持ったパターンを生成するアルゴリズムについて検討している[1]。ここでは、この機構を導入し、入力パターンを次々に自分で生成し、このパターンに対する正しい出力を参照しながら学習を進める能動的な学習アルゴリズムを提案する。従来の学習方式が、解答付き問題集を用いるのに対して本方式は、教師に質問をしながら学習を進めるものである。

2. ネットワークの構成

本研究では入出力が次式で与えられる通常のN層ニューラルネットワークを対象とする[2]。

$$X^L_j = f(\sum W^L_{ij} X^{L-1}_i + \theta^L_j) \quad (1)$$

$$L = 1, 2, \dots, N$$

$$j = 0, 1, 2, \dots, M^L$$

$$i = 0, 1, 2, \dots, M^{L-1}$$

$$X^0_j = X^0_j \quad (2)$$

ここで、 M^L は第L層のユニット数、 X^L_j は第L層にあるj番目のユニット、 W^L_{ij} は第(L-1)層のi番目のユニットと第L層のj番目のユニ

ットの間の結合係数であり、 θ^L_j はそれらのユニットのしきい値である。(L=0は入力層を表す。)また $f(\cdot)$ はシグモイド関数である。

3. 学習アルゴリズム

ここでは、簡単のために出力層のユニット数が1の二分問題の場合を考える。

学習はパターン生成のステップと結合係数修正のステップを交互に繰り返すことによつて行われる。学習方式に制限はないが、ここではバックプロパゲーションを用いた。パターン生成では出力が二分問題の解の境界である0.5となるように入力パターンを生成することによつて決定曲線の確定を効率よく行う。

ここで、パターン生成は次式に従つてパターンを変形することにより更新する。

$$X^0_{j0}(t+1) = X^0_{j0}(t) + \gamma(t)E_{j0} + R \quad (3)$$

$$E_{j0} = \sum \sum \{ \Pi G(X^L_{jL}) \cdot W^L_{jL-1jL} \cdot (0.5 - X^N_{jN}) \cdot W^N_{jN-1jN} \} \quad (4)$$

上式のRは、パターンがローカルミニマムにトラップされて、変化しなくなるのを防ぐと同時に出力が0.5に近くなる境界付近にパターンをランダムウオークさせるための外乱である。また、 $G(X) = X \cdot (1-X)$ である。 γ は修正係数であるが、ノイズの効果を相対的に下げないように、学習の進行につれて徐々に大きくしている。

学習は、まず種パターンとしてランダムパターンを与える。その後、(3)、(4)式のパターン生成手順でパターンを変形し、変形後のパターンに対して、正解出力を参照し、バック

プロパゲーション学習を繰り返して行う。出力0.5付近での生成パターン数が基準値に達したら、新しく種パターンをランダムに与えて、パターン空間の他の地点から上記の学習プロセスを再び行う。

図1は本アルゴリズムをブロック図にまとめたものである。

4. 計算機実験

3層ネットワーク、 $M^0 = 2, M^1 = 8, M^2 = 1$ を用い、2次元パターン空間で中心(0.5, 0.5)半径0.3の円を決定超曲面として、二分問題の学習を試みた。図2は学習の進行に伴う決定超曲面の変化の様子を表す。学習前の結合係数はランダムに与えられているから、パターン空間での決定超曲面は正しいものではないが、学習により、目的の曲面に近付いて行くことが判る。このアルゴリズムでは、いくつかのランダムな点から出発して、常に出力=0.5になる領域をめざして、質問パターンが生成されるため、通常のランダムサーチに比べて、急速に正しい決定超曲面を形成することができる。

5. あとがき

ここでは、常に正解を教えてくれる教師の存在を仮定して、質問パターンを生成し学習を行う能動的アルゴリズムを提案した。解法は判らないが正解を教えることができる問題の多くは、このような手法で学習可能であると考えられる。

現在、更に複雑な分割問題への適用と具体的な応用を検討している。

参考文献

[1] 石井 美和、橋本 周司、
信学春全国大会、(D - 14)、(1991)

[2] 松岡、ニューロコンピューティング、
朝倉書店、(1992)

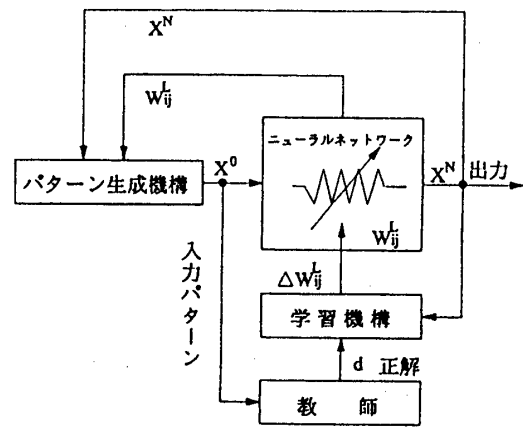


図1 学習のブロック図

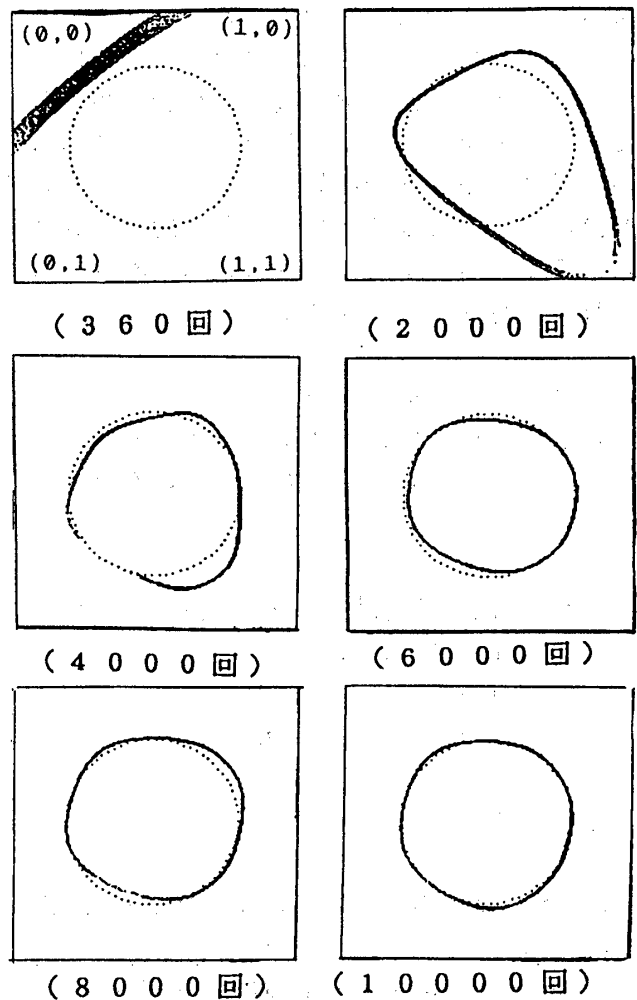


図2 学習の進行過程
(破線は正しい決定曲面)