

高次ニューロンからなる局所表現型パーセプトロンによる オンライン手書き漢字認識

7H-2

星野 健 大堀 隆文 渡辺 一央
北海道工業大学 電気工学科

1 はじめに

著者らは、線形分離不能課題に対する単層パーセプトロン(SP)の欠点を解決するために、SPの入出力層間に任意のカテゴリ群を完全に局所表現する中間層を加えた局所表現型パーセプトロン(SQP)^[1]を提案した。しかし、SQPは各カテゴリの識別境界面を超平面切片群で分離していたために汎化能力が低いという欠点があった。本論文では、この問題を解決するために、パーセプトロンの入力ユニットに2次関数を用い、カテゴリを2次超曲面により分離する局所表現型高次パーセプトロン(SQHP)の学習方法と汎化能力向上法^[2]を提案する。また、提案手法の効果を見るために、オンライン手書き漢字データを用いて学習、認識実験を行う。

2 局所表現型高次パーセプトロン

2.1 高次ニューロン

第 p 入力パターンベクトル $x^{(p)} \in E^N$ を与えたときの高次ニューロンの出力 $r_k^{(p)}$ は、2次入力項を導入した活性化値 $u_k^{(p)}$ の符号により次式のように求める。

$$u_k = v_k^T y^{(p)} + w_k^T x^{(p)} + \theta_k \quad (1)$$

$$r_k^{(p)} = \begin{cases} 0 & u_k \leq 0 \\ 1 & u_k > 0 \end{cases} \quad (2)$$

ここで、 $v_k, w_k \in E^N, \theta_k$ は、ニューロン k の結合荷重としきい値、 $y^{(p)} \in E^N$ は $x_i^{(p)2}$ を成分とするベクトルである。 $t_k^{(p)}$ を第 p パターンの教師信号とすると、結合荷重としきい値は、次式により更新される。

$$v_k = v_k - \alpha(r_k^{(p)} - t_k^{(p)})y^{(p)} \quad (3)$$

$$w_k = w_k - \alpha(r_k^{(p)} - t_k^{(p)})x^{(p)} \quad (4)$$

$$\theta_k = \theta_k - \alpha(r_k^{(p)} - t_k^{(p)}) \quad (5)$$

ここで、 α は、正の学習係数である。

2.2 学習方法

局所表現型高次パーセプトロン(SQHP)は、図1に示すように、入力、中間、出力の3層で構成される。SQHPの学習では、教師信号として各学習カテゴリに対応する単位ベクトルを中間層ユニット群に与え、式(3)~(5)により入力-中間層間の結合荷重 v_k, w_k 、しきい値 θ_k を更新する。

学習中にあるカテゴリが分離されたら、対応する中間層ユニットの結合荷重を決定し、分離カテゴリを学習カテゴリ群から除去する。残りのカテゴリ群に対しても同様な学習を行い、全カテゴリを分離するまで続ける。分離順序に従いカテゴリを認識するために、中

間-出力層間で、同位ユニット間を+1の興奮性結合、高位-低位ユニット間を-1の抑制性結合、出力層ユニットのしきい値を0.5に設定し、出力層出力を単位ベクトルに変換する。

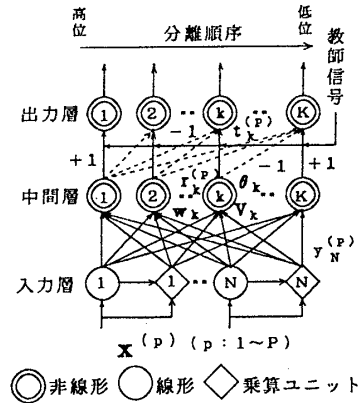


図1. SQHPモデル

2.3 汎化能力向上法

SQHPの汎化能力を評価するために、ある分離順序が与えられたときに各超曲面切片と未分離学習パターン群とが一定距離離れたところで極大値をとるカルバック型汎化評価関数式(6)を定義する。

$$\phi = \sum_k \sum_{p \in L_k} \left\{ (1 - t_k^{(p)}) \ln \frac{1 - r_k^{(p)}}{1 - t_k^{(p)}} + t_k^{(p)} \ln \frac{r_k^{(p)}}{t_k^{(p)}} \right\} \quad (6)$$

ここで、 L_k は、カテゴリ k よりも低位のカテゴリ群に含まれるパターン集合である。式(6)を最大化する汎化学習は、式(3)~(5)において、 $r_k^{(p)}$ を2値出力ではなく、次のシグモイド出力に変えたものである。

$$r_k^{(p)} = 1 / (1 + \exp(-(v_k^T y^{(p)} + w_k^T x^{(p)} + \theta_k))) \quad (7)$$

3 オンライン手書き漢字認識実験

小学生1年の教育漢字80種類の中から、学習用に各漢字最大50計4000パターン、認識用に各漢字10計800パターンのオンライン手書き漢字データを用いて、学習、認識実験を行った。図2に汎化後のSQPとSQHPによる未学習漢字の認識率を示す。ここで、

SQHPは、SQPの汎化学習後の識別超平面を初期値として汎化を行ったときの認識率である。図から高次パーセプトロンを用いたSQHPは、SQPより高い認識率を示しており汎化能力が高いことが分かる。

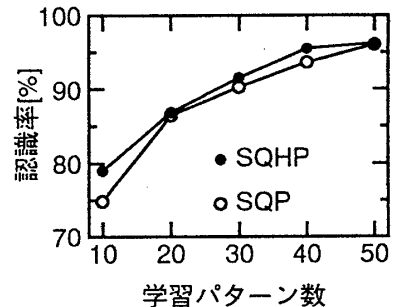


図2. 未学習漢字の認識率

参考文献

- [1] 大堀他, 信学論(D-II), J76-D-II, pp.124-131(1993)
- [2] 大堀他, 信学論(D-II), J74-D-II, pp.1472-1474(1991)