

改良型パーセプトロンによる手書き数字認識の試行

渡辺 雄二*

Trial Run to Recognize Handwritten Numbers with Modified Perceptron

Yuji Watanabe*

要旨: これまで、パーセプトロンの線形分離不可能問題に対して、二点分離法という手法を用いた改良型パーセプトロンによってこの問題を解決してきた。しかしながら、入力する数値が大きくなると用意すべき入力層ニューロンが多くなり、このため中間層のニューロン数が増大して処理の使用メモリが膨大になるという問題が残されていた。先行研究において、中間層ニューロン数は教師データだけで済むことがわかり使用メモリを削減する改善ができることがわかった。本研究では、さらに使用メモリ量を削減し、処理時間も短縮した改良型パーセプトロンを用いてMNISTの認識を試行した。この結果、画像ピクセル値の最上位1ビットのみ、もしくは上位2ビットのみを与えれば、20h(時間)前後の現実的な時間で学習することができた。

キーワード: MNIST, パターン認識, ニューラルネットワーク, 線形分離不可能問題, 使用メモリ改善, 高速化

1. はじめに

これまで、第1次人工知能ブームの中心的な存在であったパーセプトロンの線形分離不可能問題に対し、二点分離法という手法を用いた改良型パーセプトロンによって、この問題が解決できることを示してきた¹⁾。しかしながら、中間層のニューロン数は入力する数値に対して指数関数の関係にあり、数値が大きい場合には使用メモリが膨大になって解法に使用できないという問題が残されていた。これに対して、先行研究では教師データの数だけ中間層ニューロンを用意すれば済むことを発見し、この問題を解決した²⁾。

現在、第3次人工知能ブームが続いており、その中心的な存在としてディープラーニングがある。それにもかかわらず、初期のモデルを研究している理由は、ニューラルネットワークの可能性を追求したいからである。具体的には、処理時間や推定能力において有為性があるのかどうかを見極めたい。そこで今回は、改良型パーセプトロンを用いてMNIST(Mixed National Institute of Standards and Technology database)³⁾という手書き数字に対してパターン認識ができるかどうか、試行することとした。

2. MNISTの認識に対するアプローチ

MNISTは、ニューラルネットワークなどのベンチマークデータとして用いられるものであり、計70,000枚の画像が用意されている⁴⁾。そのうち60,000枚はトレーニングセット(教師データ)で10,000枚はテストセット(推定データ)である。個々のデータには、手書き数字の画像データが28ピクセル×28ピクセルで、8ビット256階調の濃淡値(数値は0~255で0が白、255が黒)として納められており、教師データ及び推定データにその画像の数字(0~9)が正解ラベルとして与えられている³⁾。

これらのデータはサーバに納められているので、まずパソコンにダウンロードし、次にバイナリ形式で保存されているデータを読み込んでCSVファイル形式に変換する。このために、プログラムを作成しこれを用いて変換後改良型パーセプトロンに与えることとした。このようにした理由は、これまでの改良型パーセプトロンの処理がCSV形式のテキストデータの入力を前提としていたためである。図1は、ある1枚の教師データを28×28のマトリックス状で画像ピクセル値をそのまま表示したものである。なお、改良型パーセプトロンには、画像の前処理を行わず画像ピクセルをそのまま学習のデータとして与えることとした。

* 山形県立産業技術短期大学校庄内校
〒998-0102 山形県酒田市京田三丁目 57-4
e-mail: watanabe@shonai-cit.ac.jp

* Shonai College of Industry & Technology
3-57-4 Kyoden, Sakata City, Yamagata, 998-0102, Japan
e-mail: watanabe@shonai-cit.ac.jp

表1 AND の場合の教師データ

x_1	x_2	z	
0	0	0	… 教師データ 1
0	1	0	… 教師データ 2
1	0	0	… 教師データ 3
1	1	1	… 教師データ 4

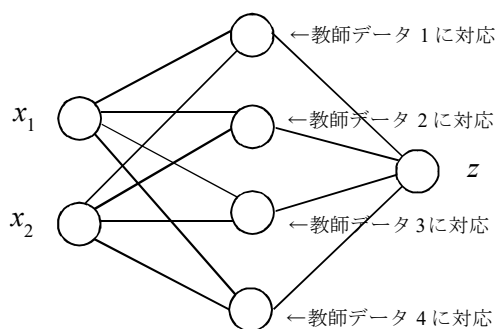


図3 使用メモリ改善
(結合荷重と閾値の記載を省略)

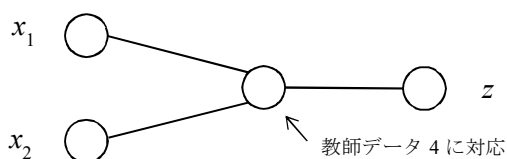


図4 使用メモリ再改善案
(結合荷重と閾値の記載を省略)

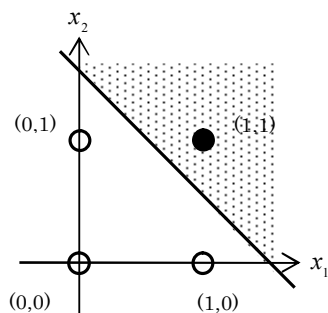


図5 線形分離性
(図中の白丸は0, 黒丸は1)

4. 試行

学習にどのくらいの時間が掛かるのかを見通せなかったため、まず全教師データ 60,000 枚のうち最初の 1,000 枚を用いて学習を行った。この結果、表 2 の実行環境で 30 s (秒) であった。今回提案している改良型パーセプトロンのアルゴリズムは、教師データの 2 乗に比例するアルゴリズムであるため、60,000 枚の教師データに対しての学習時間は、 $60 \times 60 = 3,600$ 倍となり、30 時間かそれ以上かかることになる。このような学習時間では、現実的な処理対応が困難となる。そこで、60,000 枚のうち最初の 10,000 枚で 256 階調のデータを削減して学習することを行った。削減方法は、256 階調の 8 ビットデータを下位ビットから 1 ビットずつ順次削減して上位ビットを与えていく方法とした。このようにすれば、中間層のユニット数は同じであるが入力層のユニット数を削減でき、処理時間の短縮を図ることができる。この試行結果を表 3 に示す。学習時間が最も短いのは上位 2 ビットの場合で次が最上位 1 ビットのみであった。これより、60,000 枚の全教師データを学習するのは、この 2 ケースとすることとした。この試行結果を表 4 に示す。2 ケースとも 20 h (時間) 前後の時間で学習を完了することができた。なお、表 3 及び表 4 の一致率とは、改良型パーセプトロンの推定した数字が正解ラベルの数字と一致した割合を表したものである。

表2 実行環境

PC	プロセッサ	Intel Core i5-6400 2.7GHz
	実装メモリ	4.00GB
OS	Windows10 64 ビット	
言語	C	
コンパイラ	Borland C++ 5.5.1 for Win32	
実行環境	コマンドプロンプト	

表3 10,000枚の学習結果

学習ピクセル値	学習時間	一致率
全8ビット	1 h 07 min 06 s	44.2 %
上位7ビット	58 min 41 s	44.0 %
上位6ビット	49 min 43 s	44.5 %
上位5ビット	41 min 19 s	45.5 %
上位4ビット	33 min 00 s	45.0 %
上位3ビット	30 min 48 s	45.8 %
上位2ビット	24 min 32 s	49.6 %
最上位1ビット	26 min 28 s	55.7 %

表4 60,000枚の学習結果

学習ピクセル値	学習時間	一致率
上位2ビット	17 h 53 min 53 s	53.1 %
最上位1ビット	22 h 57 min 21 s	60.4 %

5. おわりに

これまで、パーセプトロンの線形分離不可能問題に対して、二点分離法という手法を用いた改良型パーセプトロンによってこの問題を解決してきた。しかしながら、入力する数値が大きくなると用意すべき入力層ユニットが多くなり、このため中間層のユニット数が増大して処理の使用メモリが膨大になるという問題が残されていた。先行研究において、中間層ユニット数は教師データ分だけ

で済むことがわかり使用メモリを削減する改善ができることがわかった。本研究では、さらに使用メモリ量を削減し、処理時間も短縮した改良型パーセプトロンを用いてMNISTの認識を試行した。この結果、画像ピクセル値の最上位1ビットのみ、もしくは上位2ビットのみを与えれば、20h(時間)前後の現実的な時間で学習することができた。

表3において、学習ピクセル値を上位ビットに絞れば絞るほど一致率が上昇した。学習時間も減少したが、最上位1ビットのみの場合は上位2ビットよりも逆に増加した。また、60,000枚の教師データの学習後の最もよい一致率は、60.4%であった。これらについての考察やディープラーニングなどの他の解法との比較については、今後の課題としたい。

文献

- 1) Watanabe, Y., Kitajima, T., Kimura, M. and Harada, K. : Solution with modified perceptron to tunnel cutting face evaluation problems, *Geoinformatics*, Vol.17, No.2, pp.61-70 (2006)
- 2) 渡辺雄二 : 線形分離を可能とする改良型パーセプトロンの使用メモリ改善, 山形県立産業技術短期大学校庄内校紀要, No.14, pp.3-8 (2018)
- 3) 機械学習で便利な画像データセット「MNIST」を丁寧に..., <https://udemy.benesse.co.jp/ai/mnist.html>
- 4) 松尾豊 : 人工知能は人間を超えるか, KADOKAWA, 東京, 263p. (2015)
- 5) Rosenblatt, F. : *Principles of neurodynamics*, Spartan, Washington, D.C, 616p. (1962)