

6 p-M-13

光アソシアトロン (V) -学習の構造とその改良-

OPTICAL ASSOCIATRON -Structure of Learning and Its Improvement-

製品科学研究所 I P R I 石川正俊 W. Ishikawa 浜松ホトニクス株式会社 H P K 豊田晴義 H. Toyoda 向坂直久 N. Mukohzaka 鈴木義二 Y. Suzuki

1. はじめに 学習機能を実現した光連想記憶装置「光アソシアトロン」における学習過程と想起能力について、学習実験の結果、光演算の特徴、光デバイスの特性などを考慮した解析を行い、その構造を明らかにするとともに、光演算における学習の問題点と改良方法を示す。

2. 学習の構造 連想記憶における学習は、学習パターンに応じた適当なポテンシャル空間を設定することである。学習後の想起能力は、この空間の構造と学習結果の相対的位置によって決まる。すなわち、正しい想起が行なわれる領域の境界と学習パターンとの距離が想起能力を示す指標になる。実際には、システムの学習方法とそのパラメータの値に依存する。

線形の出力関数を用いたときの学習ゲイン  $\alpha$  に対する収束の違いを図1に示す。学習ゲインが大きいと収束は早い安定性と精度が悪く、小さいと精度はよくなるが収束が遅くなる。

3. 問題点と改良方法 一般に光演算では、負値の表現が難しく、空間光変調管の記憶値にも上限があるが、これらは直交学習を用い出力関数を選択することにより補償できる。また、収束を速め精度を上げるための方法として、学習ゲインを収束の状態に応じて徐々に小さくする方法などがある。これらの方法について、光学的な実現手段を考慮して検討を行った。

4. まとめ 光連想記憶システムにおける学習過程の構造を示すことによって、学習の問題点ならびに改良の方法を検討した。【文献】石川他：第35回応物連合，30a-ZF-5-7 (1988)

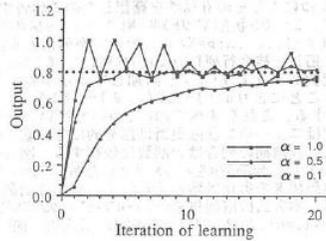


図1 学習ゲインの違いによる収束の違い

6 p-M-14

シフト・インバリエント型パターン認識ニューラル・ネットワークとその光アーキテクチャー

Shift invariant pattern recognition neural network and its optical architecture

阪大工 張偉, 谷田 純, 伊東 一良, 一岡 芳樹

Osaka Univ., Fac. Eng., W. Zhang, Jun Tanida, Kazuyoshi Itoh and Yoshiki Ichioka

入力パターンの位置ずれに強いニューラル・ネットワークについて、Error-Back-Propagation (EBP) 学習方法の改良とコンピュータ・シミュレーションおよびその光アーキテクチャーを検討したので報告する。

ネオコグニトロン(S,C層を一つにまとめ、簡略化したモデル(図1.)について、パターン認識のシミュレーションを行った。このモデルの構造の特徴は各ニューロンのファンアウトが比較的少なく、各面間の接続はスペース・インバリエントである点である。したがって、光学的に実現可能である。EBP学習方法の速度を改善し、ローカル・ミニマムを回避するためにアニーリング型処理を考案した。j番目のニューロンの入力を $net_j$ 、バイアスを $b_j$ とすると、そのニューロンの出力 $o_j$ は次の式で表わせる： $o_j = 1 / (1 + \exp(-\lambda (net_j + b_j)))$ 。今回考案したアニーリング型処理においては、学習前期で小さい $\lambda$ を用いて、なるべくあらゆるニューロンの状態がその関数の線形領域にあるようにしておき、その後だんだん $\lambda$ を増やしてネットワークの分解能力を高める。シミュレーションではいくつかのローマ字を学習させた。実験の結果とネットワークの光アーキテクチャーは学会で報告する。

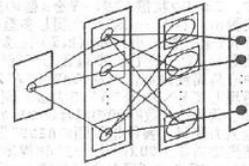


図1. Neural Network Model.

【文献】1) K. Fukushima, et al., IEEE Trans. Syst., Man, Cybern., SMC-13, (1983) 826. 2) David E. Rumelhart, et al., Parallel Distributed Processing, the MIT Press (1987). 3) Kelvin Wagner and Demetri Psaltis, SPIE vol. 752, (1987) 82.

English translation :

Shift-invariant pattern recognition neural network and its optical architecture

Osaka Univ. Fac. Eng., W. Zhang, Jun Tanida, Kazuyoshi Itoh and Yoshiki Ichioka

This paper reports on an input pattern displacement insensitive neural network model and its optical implementation. An improved error-back-propagation (EBP) training method is proposed and simulated for the training of the model.

The proposed model is a simplified Neocognitron by combining the S and C layers (Fig. 1) to one layer and used for pattern recognition. The features of the structure of this model are that the fanout of each neuron is relatively small, and the connections between the planes are space invariant. Therefore, it can be realized optically. We have introduced an annealing process to improve the speed of the EBP training method and avoid local minimums. If the input of the j-th neuron is  $net_j$  and the bias is  $b_j$ , the output  $o_j$  of that neuron can be expressed by the following equation:  $o_j = 1 / (1 + \exp(-\lambda (net_j + b_j)))$ . In the training process, small  $\lambda$  is used in the early stage of training so that the states of all neurons are in the linear region of the above function as much as possible, and then  $\lambda$  is gradually increased to improve the classification ability of the network. In the simulation, we trained the model to recognize English characters. The results of the test and the optical architecture of the neural network will be reported at the conference.