

記号，その効用と限界

—ニューラルネットワークの立場から—

山本 栄一郎

株式会社 富士通研究所

本報告では，ニューラルネットワークの立場から，記号主義の効用と限界について述べるとともに，知識処理において，ニューラルネットワーク的なアプローチが重要であることを論ずる。

AIの分野においては，現在，記号論理がそのベースとなっている。記号論理によれば，問題を閉じた世界として明確な形で記述でき，機械で定式化するのが容易である。しかし，知識処理において，現実の問題を扱おうとすれば，外界の情報という無限なものを有限なものに対応づけるため，論理情報のほかに，位相情報の導入が必要になる。このための一つの手法として，ニューラルネットワークを位置づけることができる。ニューラルネットワークには，学習機能があるため，対象の統計的構造が未知のものに対しても有効である。

Symbol, its use and limit

E. YAMAMOTO

FUJITSU LABORATORIES LTD.

1015 KAMIKODANAKA, NAKAHARA-KU, KAWASAKI

This paper describes use and limit of symbolism from a standpoint of a neural network, and discusses importance of an approach like a neural network.

Basic technology of artificial intelligence is dependent on logic. By using logic, we can describe a problem clearly in a form of a closed world and can define it for a machine. But it is necessary to introduce topological information in order to deal with a real problem. An approach using a neural network is one of a method to introduce topological information.

1. はじめに

AI 研究は、1960年前後の誕生当時には、ニューラルネットワークも包含していた。しかし、ミンスキーによるパーセプトロン限界説⁽¹⁾以後、ニューラルネットワークの研究は衰退し、記号主義的アプローチが全盛になった。

1970年代に入ると、AI の応用としてエキスパートシステムが構築され、実用システムが使われるようになると、専門家の持つ知識をいかに抽出するかという知識獲得の問題がクローズアップされてきた。また、計算機の利用分野が広がるにつれて、より柔軟な知識処理が要請されるようになってきた。

これらの課題を解決するために、はたして記号主義的なアプローチだけで十分かという批判があり、脳の構造と類似したメカニズムとしてニューラルネットワークによる処理に期待が高まっている。

本稿では、ニューラルネットワークの観点から、記号主義の効用と限界を述べるとともに、ニューラルネットワーク的なアプローチの重要性を述べる。

2. 知識処理システムの課題

AI 研究の進展にともない、演繹的推論に関しては、その計算メカニズムが解明され、各種エキスパートシステム等の実用システムにも応用されるようになってきた。実用システムの観点からは、知識を宣言的に記述し演繹的推論メカニズムを利用するという方法は、従来のプログラミング手法に比べて、システムの構築が容易になった点で大きな進歩であった。しかし、演繹的推論は、既知の事実や規則など明確に記述できるものに基づいて、その枠内で推論を行うものであり、枠外への拡張は扱えない。したがって、実用システムとして使用されるようになると、「大量の知識をシステムに入力するのが困難である」とか「演繹規則を明確に記述するのが難しい」などの問題点が出てきており、これらの解決が望まれている。

ところで、情報科学の最も基本的なもののひとつが、記号主義に基づく決定論的アルゴリズムであり、このもとで計算機科学は発展を続けてきた。たしかに、記号論理によれば、問題を閉じた世界として明確な形で記述でき、機械で定式化するのが容易である。しかし、知識処理においては、新しい知識の形成や知識の修正など、必ずしも既知の知識や規則だけの閉じた世界だけでは解決が困難な問題が存在する。この主な理由は、記号主義が論理情報しか扱わない点にある。現実の問題は、外界の情報という無限なものをいかにして有限なものに対応づけるかというパターン認識の問題を避けて通ることはできない。論理に基づく処理では、組み合わせ論的爆発が生じる。これを解決するためには、パターン連想問題において異なるパターン間の類似性を定義するための尺度とか、あるいは最適化問題において極小値（極大値）を定義するための尺度など位相情報の導入が必要である。^{(2)・(3)}

3. ニューラル・ネットワーク

この位相情報を扱うための一つの手法がニューラルネットワークである。ニューラルネットワークの代表的なタイプには、階層型と相互結合型の2つがある。（図1）階層型は、ある入力パターンが与えられた時に、それに対応するパターンを出力するような、入力を出力にマッピングする問題向きであり、相互結合型は、ある制約条件のもとで評価関数を最適化する最適化問題向きである。

もちろん関数解析の手法をはじめとして、位相情報を扱う手法は、ニューラル

ネットワーク以外にも存在する。従来から、パターン認識においては、距離（位相）という考え方は重要であり、統計的識別理論などは数多くの研究がある。

その中でニューラルネットワークがとくに注目されるのは、階層型ネットワークの学習能力のためである。可変結合層が一つのネットワーク（いわゆるパーセプトロン）では、線型分離可能なパターン集合の処理しか出来なかったが、バックプロパゲーション法を用いることにより、隠れ層を含む3層以上のネットワークにおいても、学習が可能であり、線型分離不可能なパターン集合でも、学習により分離することができる。このため、対象集合の構造に関する知識がなくて、従来の統計的な手法では扱いが難しかった領域でも、学習により対応ができるので、知識獲得の手段として期待できる。問題点として、学習の収束に時間のかかることがあげられるが、学習高速化のための手法が検討されている。⁽¹⁰⁾

一方、相互結合型ネットワークは、最適化問題の解法として興味深いのが、ラグランジュの未定乗数法など関数解析の手法やRelaxation法⁽⁹⁾など類似の他の手法との関連やローカルミニマの問題など検討すべき課題があり、今後の研究の進展が期待される。

4. おわりに

現実の問題に対処するためには、外界の情報という無限のものを有限なものに対応づける手法が必要であり、その一つとしてニューラルネットワークのアプローチがあることを述べた。もちろんニューラルネットワークも完成されたものではなく、ネットワークの構成法、学習速度、収束性など今後解決すべき点も多く残されている。一方、論理に基づく方法も、まだまだなすべきことは多いと考えられる。飛行機が鳥と同じ飛び方をしないように、知識処理も必ずしも人間と同じようなメカニズムで実現する必要はない。記号主義の得意な領域までニューラルネットワークで処理するのは、生理学的には意味があるかもしれないが、工学の立場からは無意味である。

しかし、現実の多くの問題を解決していくためには、はたして記号主義のみで十分であろうか。ニューラルネットワークも含めて、位相情報を扱えるようなメカニズムの実現も必要だと思われる。

参考文献

- (1) M. Minsky, S. Papert : Perceptrons, MIT Press (1969)
- (2) 飯島：パターン認識，電子通信学会誌，Vol. 56, No. 1, pp. 77-85 (1973)
- (3) 甘利：情報幾何学，電子情報通信学会誌，Vol. 71, No. 2, pp. 157-164 (1988)
- (4) 安西：認識の情報科学への計算論的アプローチ，人工知能学会誌，Vol. 3, No. 3, pp. 248-256 (1988)
- (5) 石川：コネクショニズムの展望（Ⅰ）概論，情報処理，Vol. 29, No. 7, pp. 666-672 (1988)
- (6) 國藤：コネクショニズムの展望（Ⅱ）人工知能の観点からの期待，情報処理，Vol. 29, No. 9, pp. 993-999 (1988)
- (7) 堀：コネクショニズムの展望（Ⅲ）認知科学からの期待，情報処理，Vol. 29, No. 9, pp. 1000-1003 (1988)
- (8) 河原：コネクショニズムの展望（Ⅳ）パターン処理の観点からの期待，情報処理，Vol. 29, No. 9, pp. 1004-1008 (1988)
- (9) A. Rosenfeld : Scene Labeling by Relaxation Operations, IEEE Trans. on SMC, Vol. SMC-6, No. 6 (1976)
- (10) 長田，関口，吉沢，渡部，木本，浅川：ニューラル・ネットワークによる移動ロボットの制御，昭和63年度AI学会全国大会，3-8 (1988-07)