

氏名 野 田 五 十 樹
 学位(専攻分野) 博 士 (工 学)
 学位記番号 工 博 第 1404 号
 学位授与の日付 平 成 7 年 1 月 23 日
 学位授与の要件 学 位 規 則 第 4 条 第 1 項 該 当
 研究科・専攻 工 学 研 究 科 電 気 工 学 専 攻
 学位論文題目 Neural Networks that Learn Symbolic and Structred Representation of Information

(情報の記号的・構造的表現を学習する神経回路網)

(主 査)
 論文調査委員 教 授 長 尾 真 教 授 池 田 克 夫 教 授 矢 島 脩 三

論 文 内 容 の 要 旨

神経回路網による情報処理は、曖昧さのある情報を取り扱える点、学習能力を持っている点など優れた特徴を持っている。しかしその反面、これまで記号処理で扱われてきた情報の同一性や構造に基づく処理を実現しにくいという問題があった。本研究は、これらの記号処理の特徴である同一性、構造性を神経回路網により処理させる基本的技術を開発することを目的とした。

第1章の序論の後、第2章において、過負荷学習法という神経回路網の学習法を提案した。情報の同一性を取り扱うためには、まず、情報の同一性の発見を行なう必要があり、これは神経回路網においては隠れ層における冗長さの除去ということができる。この冗長さの除去を行なうために、過負荷学習法という方法を考えた。これは神経回路網の隠れ層にもともと与えられているタスクに加え、全く別のタスクを同時に学習させる方法である。この学習により回路網はもとのタスクのための内部表現(隠れ層のパターン)の内、冗長さ部分が新たなタスクの学習のためにとられ、最終的にもとのタスクの内部表現は冗長さのないものとなる。その結果、処理の上で同一とみなすべき情報に対しては同じ内部表現が得られ、情報の同一性の発見が可能となる。

第3章ではデータ系列の処理を取り上げ、系列の履歴情報の記憶による系列処理の新しい方法を提案した。系列処理を行なうための神経回路網としては単純再帰結合回路網(SRN)がよく用いられるが、この回路網の欠点として、長距離依存関係がうまく扱えないという問題がある。つまり、系列のなかで長い埋め込み部をはさんだ両側で相関関係がある場合、SRNではその相関関係を学習により発見することができない。これを解決するため、分散法および情報損失最小化法の2つの学習方法を提案した。これらの学習方法は、回路網の動作によりユニットの活性パターンが変化してゆく間にパターンに表された情報がどのように変化するか注目し、パターンの変化によって失われる情報ができるだけ少なくなるようにすることを行なっている。この方法によって上記の問題に解決を与えた。

第4章では、構造的性を扱う第2段階として有限オートマトンの状態遷移を学習する神経回路網について論じている。有限状態機械（FST）は状態遷移という形で情報の構造を処理しており、上で取り上げたSRNはFSTとほぼ同じ構造を持っている。つまり、SRNに情報の構造を反映した状態遷移を行なわせることができれば、神経回路網により情報の構造を処理させられることになる。そこで、まずFSTの状態簡約の手法を使ったFST学習法を考え、つづいてSRNとFSTの対応関係に基づいてその学習法をSRNの学習法に翻訳する。そして、この翻訳された学習法を実現するために、SRNを改良したSGHモデルという回路網のモデルを提案することによってこれを実現した。

第5章では上で提案してきた方法について、SRNモデルとFSTの能力について論じ、SRNはパターン空間の位相をつかった汎化能力をもつことを示し、さらに回路網による意味ネットワークの処理、回路網の生理的実在性の問題についても比較検討を行なった。

第6章は結論である。

論文審査の結果の要旨

これまでの人工知能研究は記号処理が中心で、情報の曖昧さ、不完全性に対して柔軟に対処することが難しかった。そこで本論文は神経回路網のモデルによって情報の記号的・構造的表現を学習することが出来るようにし、記号処理とアナログ的なパターン処理とを統合的に取り扱うことを目的とし、次のような成果をあげた。

1. 過負荷学習法という神経回路網の学習法を提案し、これによって神経回路網の隠れ層のもつ冗長なユニットを除去することができ、その結果処理の上で同一とみなすべき情報は同じ内部表現となり、情報の同一性の発見が可能となることを明らかにした。
2. 時系列的な構造の表現は一般に可変長データとなるが、その中には部分データ間の相関関係が存在する。これを発見するために距離保存法と情報損失最小化法の2つの学習方法を提案し、その有効性を示した。
3. 有限状態機械のモデルを神経回路網上で学習により構成する方法を明らかにした。
4. 1に提案したモデルはある種の汎化能力を持つことを示し、これらのモデルの相互関連性を明らかにした。

以上、本論文は情報の記号的・構造的表現を取り扱う神経回路網モデルについていくつかの提案をし、その基本的性質を明らかにしたものであって、学術上寄与するところが少なくない。よって、本論文は博士（工学）の学位論文として価値あるものと認める。

また、平成6年12月7日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。