

氏 名	野 村 竜 也
学位(専攻分野)	博 士 (工 学)
学位記番号	論工博第3364号
学位授与の日付	平成10年7月23日
学位授与の要件	学位規則第4条第2項該当
学位論文題目	機械学習によるファジィ推論知識の自動獲得に関する研究

(主査)

論文調査委員 教授 片井 修 教授 足立紀彦 教授 熊本博光

## 論 文 内 容 の 要 旨

システムの設計や制御問題を先験的な領域知識に基づいてトップダウンに解決することは、システムが大規模かつ複雑になるにつれて非常に困難となる。このため、与えられたデータから設計・制御問題を解決する知識を自動的に抽出・獲得する手法、いわゆる機械学習のアルゴリズムが注目されている。

本論文は、動的環境変動に適応可能なシステムの構築を目的として、近年注目されているニューラルネットワークや遺伝的アルゴリズムなどの生物の情報処理を模倣した機械学習アルゴリズムと、ファジィ理論に基づく手法を組み合わせた適応的知識抽出法に関する研究をまとめたものであり、6章より成る。その内容を以下に要約する。

第1章は序論であり、本研究の背景と目的などについて述べるとともに、本研究で対象としている動的環境下での入力データの形式およびそのデータから抽出するファジィ推論規則(ファジィルール)の形式が示されている。また、第2章以下の内容についての概略を紹介している。

第2章では、本研究で抽出される数値確信度付きファジィルールの形式と、従来からの標準的なファジィルールとの関係を数学的に解析し、知識抽出の形式としての普遍性・妥当性を検証している。そのために、ルールに付与された数値確信度の推論過程への影響について2つの解釈を与え、各々の解釈の下で各種推論法を適用して、従来形式の推論結果との関係を検証している。さらに、この数値確信度付きファジィルールシステムが従来形式のルールシステムと等価となるための演算方式と推論方式の条件を明らかにし、一般的に用いられる演算方式と推論方式の下では、両者の推論能力が等価であることが明らかにされている。

第3章では、ファジィクラスタリングの手法として、コホーネンの自己組織化マップを拡張したファジィ自己組織化マップを提案し、上記のファジィルールを直接表現するニューラルネットワークが構築されている。また、実験データからの学習を行い、ラジアル基底関数などの従来のニューラルネットワークを用いた方式および標準的な遺伝的アルゴリズムを用いた手法と比較して、データの特性が動的に変化する場合においても知識抽出の性能が高いことが明らかにされている。

第4章では、実数値染色体表現を採用した遺伝的アルゴリズムによって、上記のファジィルールを抽出する手法が導入されている。さらに、遺伝的操作において、実数値染色体表現に適した新たな交叉法である偏平均交叉法が提案されている。従来からの標準的な遺伝的アルゴリズムとの比較実験を行い、データの特性が動的に変化する場合において本手法が従来方式よりも性能が高いことを明らかにしている。

第5章では、さらに、第3章のニューラルネットワーク方式と第4章の遺伝的アルゴリズム方式を併用した学習と進化を内包したハイブリッド方式が提案されている。また、個体が学習によって得た特性を染色体に直接反映させ進化を行うラマルク型手法と、学習によって得た特性が適応度評価にのみ関連する進化形態であるダーウィン型手法との比較についても論議されている。また、第3章および第4章で提案した手法をそれぞれ単体で適用した場合との比較実験によってその性能が検証され、結果として、ラマルク型手法によるハイブリッド方式において、第3、4章で提案した方式それぞれの特長を活

かした性能が得られていることが明らかにされている。

第6章は、論文全体の成果および今後の研究課題をまとめて結論としたものである。

## 論文審査の結果の要旨

本論文は、その特性が動的に変化するような対象に対して、ファジィ推論とニューラルネットワークおよび遺伝的アルゴリズムを組み合わせることによって、関連するデータから対象の特性に関する知識を適応的に抽出する方法とその有効性検証についての一連の研究をまとめたものであり、得られた主な成果は以下のように要約される。

1. ファジィクラスタリングを行なうニューラルネットワークとしてファジィ自己組織化マップを導入し、ファジィルールをデータから自動的に抽出獲得する方法を提案した。さらに、データの特性が動的に変化する場合には、ラジアル基底関数など従来型のニューラルネットワークによる方法と比べて有効であることを明らかにした。
2. 抽出される数値確信度付きファジィルールが、通常の演算と推論方式の下で従来型ルールと等価であるという意味で、知識表現形式として普遍性・一般性を有していること明らかにした。
3. 染色体の実数値配列表現とそれに応じた偏平均交叉法を導入した遺伝的アルゴリズムによるファジィ・ルール抽出法を提案し、従来型の遺伝的アルゴリズムに比べて計算時間や環境変動に対する安定性の面で優れていることを実験的に示した。
4. 2および3の手法のハイブリッド方式を提案し、個体が学習によって得た特性を染色体に直接反映させるラマルク型手法を用いることによって、対象特性の急速な変化に対する適応能力の優れている知識獲得方法を構築した。

以上要するに、本論文はファジィ理論とニューラルネットワーク、遺伝的アルゴリズムを組み合わせた新たなファジィ推論知識獲得手法を提案し、対象の特性の変化への適応性の向上について多くの知見を得たものであり、学術上、實際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10年6月22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。