

研究テーマ： ニューラルネットワークの学習機能を取り入れた ファジィ適応システムの構築とその波動的環境への応用	
研究代表者（職氏名）：教授 韓虎剛	連絡先 経営情報学部 経営情報学科 (E-mail 等)：hhan@pu-hiroshima.ac.jp
共同研究者（職氏名）：教授 生田顕、教授 肖業貴、教授 田中稔次朗	

1. 研究背景

ファジィ理論を用いてシステムを構築する際、対象の厳密な数式モデルを必要とせず、また言語ルールの形で操作熟練者やエキスパートのノウハウを直接に制御アルゴリズムに取り入れるのは特徴である。従って、ファジィ理論に基づく情報処理は、現実の複雑なシステムの評価や制御において有効な手法といえる。しかし、人間の言葉のようにあいまいな制御規則が直接に制御アルゴリズムを表すため、たとえ結果として制御品質が良くても、システム全体の安定性を理論的に保証するのが難しいことはよく指摘されている。これは、1965年にファジィ理論が提案されてから今日まで、ファジィ情報処理が実際のシステムに応用され実用化された例の少ない最大の理由である。このような背景から、ファジィシステムの構造を理論的に解明して、適応性を備えたファジィシステムを研究開発し、不確かさをもつ大規模システム（例えば、波動的環境システム）に対する有効な制御アルゴリズムを確立する必要がある。

2. 研究目的

不確実性に富み、複雑な特性を示す実システムに対し、適応的に対処できるファジィ情報処理システムを提案する。具体的には、従来の適応制御理論、ニューラルネットワーク学習機能、適応フィルタ等を援用してファジィシステムの構造を理論的に解明し、安定性を保証した上、不確かさをもつ大規模システムへの応用ができる、適応性を備えたファジィシステムアルゴリズムの構築を目的とする。具体的な応用対象として、さまざまな要因が複雑に関連して、かなりの不確実性やあいまいさを含む波動的環境システム（音・振動・電磁環境）を採り上げ、外来雑音のような不確定因子混入下での信号検出、音響・振動・電磁波信号の観測に基づく異常診断（異常と正常はクリスプ集合で明確に区別することができない場合が多いことに留意する）、音や光に対する人間の反応や評価を定量的に推定・予測するファジィ適応フィルタ、および不確実な環境下での智能制御システムを構築する。

3. 実施状況の概要

(I) ファジィ離散システムの設計、解析について、韓担当で行った。

概要：システムが目的の挙動を示すようにチューニングを行うためには、システムの安定性解析が不可欠である。本研究では、リアプノフ安定理論をベースにして、安定なファジィシステムの設計、分析と検証を行う。また、実システムへの適用をスムーズに行うために、離散システムを中心にしてシステムを構築し、実のシステムに実装可能なシステム設計を行う。（実施時期：通年）

(II) ニューラルネットワークの学習機能検討について、田中、肖、韓の3人体制で行った。

概要：設計モデルと実システムとの間の誤差を対応するために、ニューラルネットワークの学習機能を援用する。また、従来の追従誤差のみを着目した調整法とは異なり、本研究では適応アルゴリズムや、カルマンフィルタによって、ニューラルネットワークにあるパラメータを、システム全体の安定性を考慮に入れながら調整する。（実施時期：通年）

(III) 波動的環境へのファジィ確率理論の適用について、生田担当で行った。

概要：波動的環境システム（音・振動・電磁環境）は、不確かさやあいまいな要素などに富んでいる。本研究では、システムの入出力関係を、エネルギーの加算性のような物理的な基本法則や、確率の公理のごとく数学的な基本原理を基に、入出力関係における情報を低次から高次の階層表

現で捉える。そして、現実に利用できる情報量に応じたシステム次数を採用し、なお残る高次概念に対しては、不確実性に富むあいまいな因子に位置付けファジィ推論を援用し、その汎化能力を活用する。(実施時期：通年)

(IV) パラメータの変動に対応するための適応的アルゴリズム開発について、肖担当で行った。

概要：対象とするシステムの階層的モデルに含まれるパラメータやファジィ推論におけるメンバーシップ関数のパラメータは、入出力データの逐次観測に基づき推定することが必要である。その際、環境の変化やパラメータの変動にも追従できる適応的アルゴリズムを開発する。(実施時期：通年)

4. 成果概要

本研究の最終ゴールは、実用性を備えたファジィ情報システムの構築である。二年計画の1年目では、主に理論の側面からファジィ適応システムの構築、解析について研究を積み重ねてきた。具体的には、次の4つの側面から検討を行った。

1) ファジィシステムの設計、解析。主な成果は次の通りである。

○H. Han, “T-S fuzzy controller for a class of nonlinear systems with input constraint,” *IEEJ Trans. on Electronics, Information and Systems* (in printing).

○H. Han, et al, “Fuzzy controller design subject to input constraint,” *Proceedings of Third International Conference on Innovative Computing, Information and Control* (最優秀論文賞)

2) ニューラルネットワークの学習機能検討。主な成果は次の通りである。

○E. Hiura and T. Tanaka, “A Chaotic Neural Network with Duffing’ s Equation,” *The Proceedings of International Joint Conference on Neural Networks* (2007).

3) 波動的環境へのファジィ確率理論の適用。主な成果は次の通りである。

○生田 顕等: 実生活での有限振幅変動に整合した音環境評価法と幹線交通騒音への適用, 計測自動制御学会論文集, Vol.43, No.7, pp.1-7 (2007).

○A. Ikuta, et al: “State Estimation Methods for Sound Environment System Based on a Fuzzy Probability Theory,” *Journal of Intelligent Systems* (in printing).

4) 環境変化やパラメータの変動に対応するための適応的アルゴリズム開発。主な成果は次の通りである。

○Y. Xiao, et al, “Fast RLS Fourier analyzers capable of accommodating frequency mismatch,” *Signal Processing*, vol.87, no.9, pp.2197-2212 (2007).

○Y. Xiao, et al, “Performance analysis of the FXLMS-based narrowband active noise control system with online secondary path modeling,” *2007 IEEE Intl. Conf. on Acoustics, Speech, and Signal Processing*, vol.I, pp.105-108 (2007).

そのほか、関連の研究成果の一部は、数多くの学会誌、または国際会議のプロシーディングに発表されている。