



Title	Methodology of Fuzzy Modeling and Inverse Simulation with Applications
Author(s)	領家, 美奈
Citation	大阪大学, 1998, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/40687">https://hdl.handle.net/11094/40687</a>
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、<a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">大阪大学の博士論文について</a>をご参照ください。

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

氏 名	領 家 美 奈
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 1 3 9 2 6 号
学 位 授 与 年 月 日	平成10年 3 月 25 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第4条第1項該当 基礎工学研究科物理系専攻
学 位 論 文 名	Methodology of Fuzzy Modeling and Inverse Simulation with Applications (ファジィモデリングと逆問題の解法)
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 田村 坦之  (副査) 教 授 藤井 隆雄    教 授 藤重 悟    教 授 潮 俊光

### 論 文 内 容 の 要 旨

本論文はファジィモデルの同定法と、ファジィモデルを用いた逆問題の解法に関する新しい方法論を提案することを目的としている。ここで対象とする高木・菅野型ファジィモデルは、前件部がファジィ命題、後件部が線形回帰モデルから成るルール群から構成されるルールベース型モデルである。ファジィモデルの同定問題は、多次元データ分割問題、後件部における線形回帰モデルの同定問題、および前件部におけるメンバシップ関数の同定問題というサブ問題に整理することができる。本論文では、サブ問題を解くためのいくつかの新しい手法を提案して、ファジィモデルを同定するアプローチをとった。さらに構築されたファジィモデルの有効な利用法である逆問題の解法を提案した。本論文はそれらの研究成果をまとめたもので7章からなっている。

第1章では本論文が対象とする高木・菅野型ファジィモデルについて記述した。

第2章ではファジィモデリングに含まれるデータ分割問題において、データ分布の連続性と線形性の考慮が重要であることに着目し、システムの部分線形構造を発見するための階層的クラスタリングである超楕円体クラスタリング手法を提案した。さらにクラスタリングの結果得られた部分集合を用いて後件部同定問題と前件部同定問題の解法に関する幾つかの提案を行った。

第3章では、以上の議論を踏まえて人間活動のシナリオを含んだ首都圏における中小河川の水質予測のためのファジィモデルを構築した。

第4章では、あらかじめファジィルールの後件部で使用する線形回帰モデルの説明変数が決定されている場合に対し、データ分布の連続性と線形性を考慮しながらデータ分割問題と後件部同定問題を同時に同定するファジィクラスタリング法を提案した。さらに前件部同定法に関する提案を行った後、本手法の有効性を示すために大局的な人口予測モデルを構築した。

第5章では、構築されたファジィモデルを有効に利用するために逆問題の解法を提案した。ここで、逆問題とはシステムの出力を望ましい値にするための入力を求めることを指す。ファジィモデルは非線形モデルであるため逆問題の解はひとつではない。したがって解の確信度を考慮しながら第1段階ではメタ戦略のひとつである遺伝的アルゴリズムを用いて入力に関する離散値から成る解の集合を求め、第2段階では分数計画法により各解に対する連続値から成る解を求めるアプローチをとった。

第6章では、上述の方法論を用いてヨーロッパにおける対流圏オゾン濃度予測のための物理モデルを簡略に記述す

るファジィモデルを構築し、その逆問題を解いた。これにより、ある地域におけるオゾン濃度を望ましい値にするためのヨーロッパ各国の汚染物質の排出量を求めることができる。

第7章では、本論文の各章で得られた成果、および今後の課題をまとめた。

## 論文審査の結果の要旨

本論文は高木・菅野型モデルをもとにしたファジィモデリングと逆問題の解法に関する新しい方法論を展開するとともに、その方法論をいくつかの環境問題に適用することにより方法論の有効性を確かめた研究をまとめたもので、全体は7章から成っている。ここで、高木・菅野型モデルとは、与えられたデータをいくつかの部分集合に分割し、各部分集合を用いて構築した複数の線形回帰モデルを、メンバシップ関数を用いて統合することにより、ルールベースの形式で組み立てられる非線形システムモデルを意味する。

ファジィモデリングに関して、まず、超楕円体クラスタリングと称する手法を提案してデータ空間のファジィ分割を行い、システムの局所的線形構造を発見することを試みている。クラスタリングの結果得られたデータの部分集合に基づいて後件部変数を選択して線形回帰モデルを構築することによりルールベースの後件部を同定し、前件部変数選択と各前件部変数のメンバシップ関数のチューニングを行ってルールベースの前件部を同定することによりファジィモデルを同定している。さらに、回帰式の精度を上げる目的とクラスタ内分散を最小にする目的とのバランスをクラスタごとにダイナミックに求める適応型ファジィ回帰モデルを提案している。

次に、ファジィモデルを有効に利用することを目的として、ファジィモデルによって記述された非線形システムの逆問題の解法を提案している。ここで逆問題とは、ファジィモデルと望ましい出力が与えられたときに、この出力を得るための入力値を求めることを意味する。ファジィモデルは、前件部にファジィ命題を含むため逆問題の解は多数存在する。この逆問題を解くために、第1段階で遺伝的アルゴリズムを用いて入力に関する離散値から成るラフな解の集合を求め、第2段階では分数計画法により連続値から成る厳密な解を求める方法を提案している。

超楕円体クラスタリングに基づいたファジィモデリングの方法論により中小河川の水質予測モデルを構築し、適応型ファジィ回帰モデルを用いて人口関連モデルを構築し、同じく適応型ファジィ回帰モデルによってヨーロッパにおける対流圏のオゾン濃度を予測するモデルを構築するとともに、どの国のオゾン生成物質を削減すれば効果的にオゾン濃度を下げることができるかを逆シミュレーションすることによって評価することを試み、本論文の方法論の有効性を確かめている。

以上のように、本論文は複雑な非線形システムを対象にしたファジィモデリングと逆問題の解法に関する新しい方法論を提案しその有効性を明らかにしており、システム工学の発展に寄与するところが大きい。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。