

Title	データ解析におけるファジィの新展開(ファジィの新世紀への提言)
Author(s)	中森, 義輝
Citation	日本ファジィ学会誌, 11(6): 82-84
Issue Date	1999-12-15
Type	Journal Article
Text version	publisher
URL	http://hdl.handle.net/10119/7955
Rights	Copyright (C) 1999 日本知能情報ファジィ学会. 中森 義輝, 日本ファジィ学会誌, 11(6), 1999, 82-84. 本文データは学協会の許諾に基づきCiNiiから複製したものである.
Description	

的関数に対するファジィ目標のみならず決定変数に対するファジィ目標をもメンバシップ関数で規定してファジィ決定で統合するという彼らの手法では、目的関数に対するファジィ目標と決定変数に対するファジィ目標が矛盾して、望ましくない解に到達する可能性が残されていた。このような問題点に対処するため、坂和らは上位レベルの決定変数に対するファジィ目標を削除するとともに、対象とする計画問題をファジィパラメータを含む多重レベル線形計画問題、2レベル分数計画問題などに拡張してきている。

6. おわりに

これまで筆者らは、従来のファジィ数理計画法に対して、多目的、対話型手法、非線形、ファジィパラメータ、大規模、多重レベルなどを取り入れた広い意味でのファジィ数理計画法の分野を切り開いてきた。さらに、多目的 0-1 計画問題に対しても遺伝的アルゴリズムに基づく同様の手法を開発してきた。しかし、これまで提案されてきた手法には改善すべき点も多々残されているので、今後、現実の様々な分野における意思決定状況を十分に反映させる広い意味でのファジィ数理計画問題の定式化とともに、これまで提案されてきた手法の適用という応用例の実行を積み重ねることにより、ファジィ数理計画法のさらなる発展と実社会への実用化を、新世紀を担う創造性豊かな研究者や技術者の活発な研究活動に期待したい。

参考文献

- [1]坂和正敏, ファジィ理論の基礎と応用, 森北出版, 1989.
- [2]M. Sakawa, Fuzzy Sets and Interactive Multiobjective Optimization, Plenum Press, New York, 1993.
- [3]坂和正敏, 石井博昭, 西崎一郎, ソフト最適化, 日本ファジィ学会編, ソフトコンピューティングシリーズ, 第2巻, 朝倉書店, 1995.
- [4]石井博昭, 坂和正敏, 岩本誠一, ファジィ OR, 日本オペレーションズ・リサーチ学会 40 周年記念事業, 経営科学のニューフロンティア, 第7巻, 朝倉書店(準備中).

データ解析におけるファジィの新展開

中森 義輝

(北陸先端科学技術大学院大学)
(知識科学研究科)

1. はじめに

データ解析においてファジィ理論を利用したくなるケースとして以下の3つが考えられる。

(1) あいまい性への対応: ファジィという言葉をもそのまま受け取るなら, あいまいデータへの対応が本来ファジィ理論に課せられた仕事であると考えることができる。したがって, ファジィ回帰モデルをはじめとして, ほとんどの多変量データ解析手法へのファジィの浸透が図られている。

(2) 非線形性への対応: 多変量データ解析手法は線形代数の言葉で書き表すことができる。つまり, 変量間に線形な関係が存在するとき, かつそのときに限り威力を発揮する。しかし, 現実の対象はほとんどが非線形である。このとき, ファジィ理論における情報を分割してモデル化するという方法が有効であることが認知されている。

(3) 非加法性への対応: いくつかの評価項目を統合して総合評価する問題は古くて新しい問題である。統合化において, 加法性が満たされるような評価項目をあらかじめ選定することが困難であることから, ファジィ測度を用いた統合化について研究が行われている。

本稿では, 上記の各々に対して, 今後の新しい方向に対する個人的見解を記述する。

2. あいまい性への対応

測定値自体にあいまい性がない場合でも, 可能性回帰モデルあるいはファジィクラスタリングは応用上極めて有用であるが, ここでは, 確率論でモデル化することが不適切であるようなあいまいな測定値を扱うことを考える。

あいまいな測定値といっても, その中心と広がりについての数値が与えられなければファジィ集合論を適用することができない。しかし, はじめ

からファジィ数として与えられるデータは存在しないから、データ自身のモデリングが必要である。

あいまい性は主として人間による対象の評価の場面で登場する。感性評価データは、主観的・状況依存적であり、感性の記述・表現は多義的・あいまいになりやすい。したがって、個人差の大きいデータ集合となる。システム論的に表現するなら、一つの入力に対して複数の出力値が存在するようなケースである。このようなデータをファジィ数としてどのようにモデリングするか、という問題は正解のない困った問題として存在する。

データ集合がファジィ数の集合としてモデル化できたとして、つぎの問題はそれらをいかに解析するかということである。広く知られているように、回帰分析については、線形計画法に帰着する方法で、可能性回帰分析法が定着している。主成分分析、クラスタリングなどに対しても研究が着手されている。

ここで、一つのテーマとして筆者が考えていることは、データ集合における個人差を保持したままで解析ができないかという問題である。線形計画法に帰着してしまうと、これができなくなる。このように、意思決定のためのデータの情報化・知識化のプロセスのモデリングに対しても、研究すべきことが多く残されているように思われる。

3. 非線形性への対応

ニューラルネットなどと比較されることが多いが、ファジィ理論による非線形モデリングの特徴は、データ・情報の分類とそれらの統合であり、しかも、分類された部分情報が分析者に理解できることを目指している。さらに、統合化された全体モデルが非線形システムの挙動を予測できなければならない。

この二つの要求は、実はかなり厳しい要求であり、全体と個の関係という古くからの大問題への再挑戦であるといっても過言ではない。属性あるいは変数の選択、データの分類、統合化のためのメンバーシップ関数の同定といういくつかのサブ問題は、独立に解くことが原理的にできない。他の

条件を固定してあるサブ問題を解く、ということを繰り返すアプローチの開発と、同時分析への挑戦が現在も続けられている。

筆者はこのようなモデリングにファジィモデリングという用語を用いてきた。ファジィモデリングにおいては、多次元空間に展開するデータをいかに観るかということに注力しなければならない。人間の判断が有効に働くレベルまでいかにデータ分析を行うかということがファジィモデリングの課題であると考えている。

モデリングとは人間のあいまいな知識を目的に応じて整理する行為であるという視点に立った、ローカルな知識・情報の統合化のための新しい有効な手法が開発されることを期待したい。

4. 非加法性への対応

人間の平均的主観評価構造を分析するためのファジィ測度の同定においては、通常、多くの回答者から得たアンケートデータを用いて、ショケ積分モデルによる予測残差2乗和を最小化するというアプローチがとられる。そのため、得られた構造は同定の定式化に依存した相互作用を表現している。

モデルの中の「測度たちは」、予測誤差最小化という至上命令により、互いに譲り合ったり、過大な自己主張を行い、新たな組織化を開始する。このような「数合わせ」を構造化であると考えると落とし穴に落ちてしまう。

ある人間集団の総合評価値の平均的予測については、評価項目を適切に選べば線形荷重和で十分であるという報告が多数ある。ただし、データベクトル間に相関が存在する以上、やはり「数合わせ」を行っていることを自覚しておかなければならない。

にもかかわらず、線形重回帰分析が多用される理由は「限られた範囲」で予測を行うには、多くの場合それで十分であるからである。このとき当然、予測式の係数の意味を理解しようとしたたり、モデリングに用いたデータの範囲外を予測しようとするのは危険である。

ショケ積分モデルは非線形モデルであるから、まちがいなく手持ちのデータに対する予測精度は高くなる。わざわざショケ積分による評価モデルを持ち出すのは、変数間の関わり方を探求したいからである。そしてまた、構造を十分に把握して、データの範囲外を予測したいからである。

ところが、説明変数間の関わり方に関する事前情報がない以上、予測誤差最小化という同定法に頼らざるを得ない。しかし、予測誤差最小化という規範に従う限り、構造同定はできないのである。ここに大きなジレンマが存在する。

個人の選好を扱うのであれば、一対比較法や対話的手法が有効となることがありうるが、個人の選好構造から集団の選好構造を導くというアプローチは労力と集計法の関係から放棄せざるを得ない。したがって、「数合わせ」の危険性を承知の上で、データの構造化に立ち向かわざるをえない。いかにして「データから構造を読む」か、これが今後の大きなテーマとして立ちふさがっている。

5. おわりに

近代科学に対する一つのアンチテーゼとして登場し、支持を得たはずのファジィ集合論ではあるが、多くの研究者にとっては近代科学主義への復古の情は捨て切れない。なぜならば、モデラーの力量や感性に依存するような手法はなかなか普及しないからである。「どのように検証するのか」という問いに、「主観で判定するのだ」と堂々と答える勇氣(問題に対する理解度への自信)を持ってないのである。

この文は筆者自身が他で書いたものを引用している。科学的アプローチと主観的アプローチをミックスしたようなものでないと、実際問題の解決にはなかなか寄与できないのではないだろうか、という筆者自身へのいらだちを表明している。

批判を覚悟で日ごろ思っていることを率直に書かせていただいたが、皆様からのご意見を伺うことができれば幸いです。

制御工学におけるファジィの新展開

田中 一男

(電気通信大学知能機械工学科)

1. Mamdani の制御手法からアドバンストファジィ制御へ

ファジィ制御は応用の華々しい成功の時代を経て、現在ではモデルに基づくファジィ制御と高度知的制御として2極分化しながら発展している。ファジィ制御におけるこれらの新しい流れはアドバンストファジィ制御[1]と呼ばれている。

モデルに基づくファジィ制御の特徴は「簡単に・自然に・効果的に」非線形制御を実現できることである。この手法[2]では、非線形システムをファジィ表現で簡単に記述し、並列分散的補償を用いて制御系を自然に構成し、線形行列不等式(LMI)によってフィードバックゲインを効果的に求めるものである。

高度知識制御はエキスパートの持つ高度な制御戦略を実現することを目的としており、Mamdani以来目指してきた手法の流れを汲むものである。最近まで、ニューラルネットワークや遺伝的アルゴリズム等のソフトコンピューティング手法を用いた学習あるいは適応制御に関する研究がトレンドであったが、最近はやや落ち着いた感がある。

2. 21 世紀への新展開

昨年12月にフロリダで開かれた1998 IEEE Conference on Decision and Controlにおいて「Fuzzy versus Conventional Control」[3]のdebateが行われた。Conventional controlとはPID制御のような簡単な制御器ではなく、従来から伝統的に行われてきた制御手法全般を指しており、現在の H^∞ controlなどのロバスト制御を含めたものである。さて、このdebateであるが、ファジィ側からはZadeh教授、conventional control側からはMITのMichael Athans教授がそれぞれの制御手法の特徴を述べた後でいろいろな議論が行われた。Athans教授は一斉を風靡した