

6S-9

ファジィ回帰分析による

フィジカルテスト測定評価支援システムの開発

植村芳樹 ・ 中山耕一郎 ・ 中和田武

奈良工業高等専門学校

1. はじめに

体育教育の指導においてフィジカルテスト(スポーツテスト, 身体測定)が実施されている。本システムは, ファジィ回帰分析によりフィジカルテストデータに基づく測定評価の支援を行うことを目的としている。

フィジカルテスト測定評価支援のため, 従来手法(多変量解析)で行うシステムはすでに構築されている[1]。一方, 可能性理論の応用研究として, 従来の多変量解析の回帰分析にファジィ理論を取り入れたファジィ回帰分析がモデル化されている[2][3]。

従来の回帰分析では推定値は点として得られ, 推定値と測定値との差は測定誤差とみなされていたが, ファジィ回帰分析では与えられたデータ間の不確定性は, システム自体が揺らいでいるとみなし, システムの係数の可能性に依存している。

2. ファジィ回帰分析

ファジィ集合の一つの解釈として, メンバシップ関数を可能性分布とみなすことができる。専門家から得られた情報を積極的に利用するために, 与えられた情報Fを可能性としてとらえ, 可能性分布関数を $\mu_F(x)$ とする。

対称なファジィ数Aを $A = (\alpha, c)_L$ と表現し, そのメンバシップ関数を次のように表現する。

$$\mu_A(x) = L((x - \alpha) / c); \quad c > 0 \quad (1)$$

従来の回帰分析が確率モデルに従っているのに対し, ファジィ回帰分析は可能性モデルに従っている。与えられるデータは

$$(y_i, x_{i1}, \dots, x_{in}); \quad i = 1, \dots, m \quad (2)$$

である。ただし, y_i はi番目の出力変数の値であり, x_{ij} はi番目のj説明変数の値である。説明変数のベクトルを $\bar{x}_i = (x_{i1}, \dots, x_{in})^t$ と表す。ここで可能性線形回帰モデルを得る定式化を行うために以下のことを設定する。

- ① 可能性線形システムをモデルと仮定し, 次式で表される。

$$Y_i = A_0 + A_1 x_{i1} + \dots + A_n x_{in} \quad (3)$$

ただし, ファジィ係数 A_1 は対称なファジィ数 $(\alpha_1, c_1)_L$ である。このとき推定ファジィ数のメンバシップ関数は次式で表される。

$$\mu_{Y_i}(y_i) = L((y_i - \bar{x}_i^t \bar{\alpha} / \bar{c}^t | \bar{x}_i |)) \quad (4)$$

- ② (2)で与えられたデータを推定ファジィ数 Y_i が度合いh以上で含むようにファジィ係数 A_1 を決める。すなわち

$$\mu_{Y_i}(y_i) \geq h; \quad i = 1, \dots, m \quad (5)$$

である。ただし, Y_i は(3)の推定ファジィ数, $0 \leq h < 1$ である。

- ③ 推定ファジィ数 Y_i の幅 $(\bar{c}^t | \bar{x}_i |)$ の合計を最小にするファジィ係

数 A_1 を決める目的関数は次式で表される.

$$J(\bar{c}) = \sum \bar{c}^t | \bar{x}_1 | \quad (6)$$

以上の設定のもとで可能性線形モデルを得る問題は、ファジィ係数 A_1 を求める、次の線形計画問題 (LP問題) に帰着できる.

$$\begin{aligned} \min \quad & J(\bar{c}) = \sum \bar{c}^t | \bar{x}_1 | \\ & y_1 \leq \bar{x}_1^t \bar{\alpha} + | L^{-1}(h) | \bar{c}^t | \bar{x}_1 | \\ & y_1 \geq \bar{x}_1^t \bar{\alpha} - | L^{-1}(h) | \bar{c}^t | \bar{x}_1 | \\ & c_j \geq 0; \quad j = 1, \dots, n \end{aligned} \quad (7)$$

3. フィジカルテスト測定評価支援

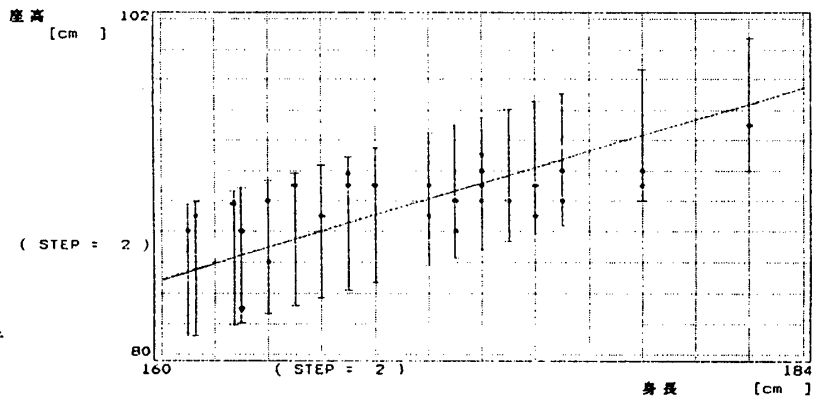
実際にファジィ回帰分析によるフィジカルテスト測定評価支援システムを作成した. その実行結果を以下の図に示す. ただし, 図1, 図2はそれぞれ単回帰, 重回帰の実行結果である.

[ファジィ回帰分析] データ: 1991年度4年E組男子 [ファジィ回帰分析] データ: 1991年度4年E組男子

ファジィ回帰分析
 目的変数 Y (座高) (度合い 0.2000)
 係数 $A_i = (\alpha, c) L$
 $A_0 (Y切辺) = (1.4352, 4.3478) L$
 $A_1 (身長) = (0.5217, 0.0000) L$

<< Push Any Key ! >>

(a) 係数値



[ファジィ回帰分析] データ: 1991年度4年E組男子

ファジィ回帰分析
 目的変数 Y (座高) (度合い 0.2000) << Push Any Key ! >>
 係数 $A_i = (\alpha, c) L$
 $A_0 (Y切辺) = (0.0000, 4.3369) L$
 $A_1 (身長) = (0.5305, 0.0000) L$
 $A_2 (体重) = (0.0000, 0.0000) L$
 $A_3 (胸囲) = (0.0000, 0.0000) L$

<< Push Any Key ! >>

(b) グラフ

図1 単回帰の例

図2 重回帰の例 (係数値)

図1 (b) をみると, 身長が高くなるほど, 座高の測定値が推定値の区間の下の方に下がっていくのがわかる. このような傾向は従来の回帰分析ではみられない.

また, ファジィ回帰分析ではデータの収集状況が悪い場合, 度数 h の値をやや大きくとり, 推定区間を広げることで, 未知のデータの可能性を広げた区間に含ませることができる.

4. おわりに

本システムを用いてフィジカルテストデータをファジィ回帰分析することで, 従来の回帰分析ではみられなかった傾向などを知ることができた. また, 未測定データに対する推定を, 可能性という立場から検討することができる.

5. 参考文献

[1] 植村芳樹・中和田武: フィジカルテスト統計解析支援データベースシステムの開発: C A I 学会コンピュータ利用教材研究会資料: 1990
 [2] 田中英夫: ファジィモデリングとその応用: 朝倉書店: 1990
 [3] 林勲: ファジィモデルの同定手法とその応用: 大阪府立大学学位論文: 1991