

ターボ・アルゴリズムを用いたファジィルールの作成

2N-9

竹澤邦夫

農業環境技術研究所

1. はじめに

ニューラルネットワークを用いた簡略化ファジィ推論では以下のようなルールを用いる(林ほか,1990, 若見 and 寺井,1992)。

if x_1 が a_1 に近い and y_1 が b_1 に近い then $z=c_1$
 if x_2 が a_2 に近い and y_2 が b_2 に近い then $z=c_2$
 そして、それぞれのルールのおよその内容はあらかじめ与えておいて、メンバーシップ関数の中心と幅、後件部の定数(c_i)をニューラルネットワークを用いて最適化する。

しかし、データの性質によっては幅広い内容のルールを用いた方が、よりよい推定や制御が実現することがあり得ると思われる。そこで、近年、ノンパラメトリック回帰の分野で注目されている、ルールを徐々に増やす方法であるターボ・アルゴリズム(Friedman, J. H. and Silverman, B. W.,1989; Friedman, J. H., 1991)を用いる方法を試みる。

2. ターボを用いたアルゴリズム

ターボでは以下のように多様なルールをルール候補として用いることができる。

if x_1, x_2 がどんな値でも then $y=c_1$
 if x_1 が a_2 に近い, x_2 が b_2 に近い then $y=c_2$
 if x_1 が a_3 に近い, x_2 が b_3 に近い then $y=c_3$

if x_1 が a_4 に近い then $y=c_4$
 if x_1 が a_5 に非常に近い then $y=c_5$
 if x_1 が a_6 にいくらかは近い then $y=c_6$
 if x_2 が b_7 に近い then $y=c_7$
 if (x_1+2x_2) が b_7 に近い then $y=c_8$

a_i, b_i は固定されているが、 c_i は最小自乗法によって決定する。そして、試行錯誤によりルールを選択する。

推定値(y)は以下のようにして得られる。

$$y = \frac{\prod m_i(x_1, x_2) c_i}{\sum \prod m_i(x_1, x_2)}$$

($m_i(x_1, x_2)$ は i 番目のルールに対するメンバーシップ関数)

その際、以下のように定義されるGCV'を最小にする組み合わせを選ぶ。

$$GCV' = GCV * (N - \text{trace}(H)) / (N - \text{trace}(H) - M * d)$$

GCV : Generalized Cross-Validation
 $= \text{MSE} * N / \text{trace}(I - H)^2$
 (MSE: 平均二乗誤差)

H : ハット・マトリックス

N : データ数

M : ルールの数

d : $2 \leq d \leq 4$ がよいとされる。ここでは、 $d=2$ とした。

たとえば、以下のようにしてルールを選ぶ。

第1段階

(1)+(2), (1)+(3), -----, (1)+(9)

を用いて最小自乗法を実行し、

それらの中からGCVが最小のものを選ぶ。

Construction of a fuzzy model using Turbo Algorithm

Kunio Takezawa

National Institute of Agro-Environmental Sciences

Kannodai 3-1-1, Tsukuba, Ibaraki 305, Japan

→ (1)+(6)が最小。

第2段階

(1)+(6)+(3), (1)+(6)+(4), -----
, (1)+(6)+(9)

を用いて最小自乗法を実行し、それらの中からGCVが最小のものを選ぶ。

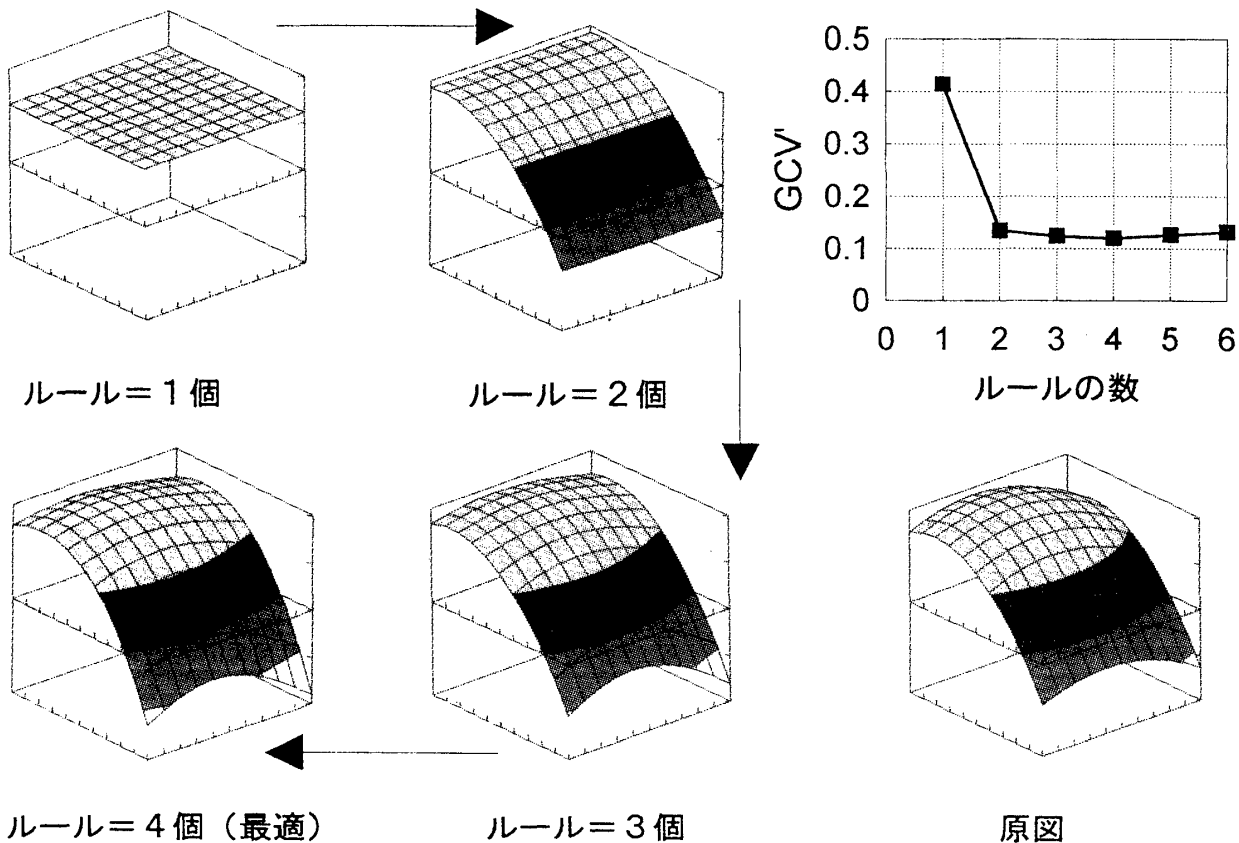
→ (1)+(6)+(3)が最小。

----- 以下同様。

3. この方法の特徴

- (1) 多様なルールを用いることができる。
- (2) データだけから自動的にルールを生成することができる。
- (3) 入力変数の中で推定のために必要なものだけを選ぶ機能が、アルゴリズムの中に組み込まれている。
- (4) GCVによって予測誤差を近似的に推定できる。

4. 実行例



参考文献

林 勲, 野村博義, 若見昇(1990), ニューラルネット駆動型ファジィ推論による推論ルールの獲得. 日本ファジィ学会誌, Vol.2, No.4, pp.585-597.

Friedman, J. H. and Silverman, B. W. (1989), Flexible parsimonious smoothing and additive modeling. Technometrics, Vol.31, pp.3-39.

Friedman, J. H. (1991), Multivariate adaptive regression splines. Annals of Statistics, Vol.19, pp.1-141.

若見昇, 寺井春夫(1992), ファジィ理論の家電への応用. ファジィ技術の実用化応用, pp.255-277, シュプリンガー・フェアラーク東京株式会社.