

# 黑板モデルによる多段推論を実現したファジィ推論シェル

4 K-2

林 勲<sup>1</sup>

野村博義<sup>1</sup>

内藤栄一<sup>1</sup>

若見 昇<sup>1</sup>

馬野元秀<sup>2</sup>

1 松下電器産業(株) 中央研究所 2 大阪大学 大型計算機センター

## 1. はじめに

最近、専門家の主観を扱えるファジィ推論システムの開発がなされている [1]。従来のファジィ推論システムは「あいまいな言語」を用いた制御用として、効率の良い制御を実現できる [2]。しかし、制御型の推論は一段のみの推論であるため、推論が多段となる意思決定支援や診断等には利用することができない。また、従来の二値論理型の推論シェル(確定値の推論シェル)が知識源別に記述するルールとの併用、活用もできない。

本論文では、黑板モデルにより多段推論を実現するファジィ推論シェルを提案する。提案するシェルは知識表現に独自のルール記述言語を持ち、従来の推論方式と併用して記述することができる。また、分割された知識を用いて、黑板モデルに基づく多段推論が可能である。本論文ではこのシェルの基本構成について説明する。

## 2. システムの概要

本論文で提案する多段型ファジィ推論シェルは以下の特徴をもつ。

- 1) 知識表現はプロダクションルールを用い、ファジィ推論ルールと確定値の推論ルールとの併用記述が可能である。
- 2) 多段推論はファジィ推論と確定値の推論とをサポートし、推論結果を黑板(Blackboard: BB)に随時、書き込むことができる。
- 3) ルールは独自の記述言語で記述し、これをC言語へ変換し、実行する。
- 4) 知識を多数の知識ブロック(knowledge block: KB)として所有し、KB間の多段推論を可能とする。
- 5) ファジィ推論の前件部の適合度によるバックトラッキング機能を有し、評価用知識ブロック(checking knowledge-block: CKB)による推論の停止を可能とする。
- 6) 多段推論の結果を look up tableに変換することができる。

基本構成を図1に示す。ユーザインターフェイスはオーバーラップ方式のウィンドシステム上に構築されている。これによりメンバシップ関数の生成が容易にでき、推論結果の履歴をツリー構造で見ることができる。

全体はC言語で記述され、Solbourne ワークステーション、Sun ワークステーションで稼動する。

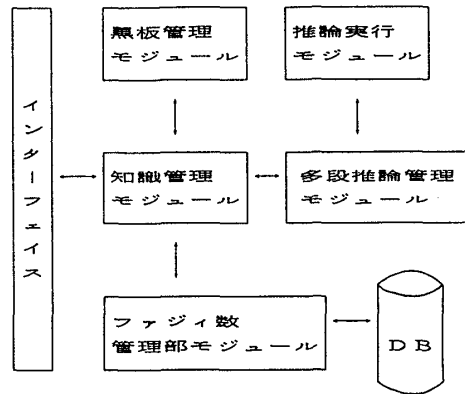


図1 基本構成

```

1 node_type( man )
2   fuzzy      age
3   real       height
4   real       weight
5   str        sex
6 end
7
8 meta_knowledge_block
9   finish_threshold = 0.6
10  backtrack_threshold = 0.1
11  composition      = max_min
12  implication      = rc
13  create_node( man )
14    ^weight = 64
15    ^height = 175
16    ^sex = "male"
17  event(reason_age, age_check)
18 end
19
20 knowledge_block( reason_age )
21   current_nodetype( man )
22
23   fuzzy_rule
24     if weight = LIGHT & height = SHORT then age = YOUNG
25     if weight = HEAVY & height = TALL then age = OLD
26   end_fuzzy
27
28   action_rule
29     if age = YOUNG & sex = "male"
30       then add_copy_node( man )
31             ^age = age
32             prepare_printer()
33             event( print_list, no_check )
34   end_action
35
36 default
37   event(reason_other, age_check)
38 end
    
```

図2 ルール記述の一例

### Multi-Step Fuzzy Reasoning Shell with Blackboard Model

Isao Hayashi<sup>1</sup>, Hiroyoshi Nomura<sup>1</sup>, Eiichi Naito<sup>1</sup>, Noboru Wakami<sup>1</sup>, Motohide Umano<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.

<sup>2</sup> Osaka University

3. 知識表現

知識はプロダクションルールで記述し、ルールをKBに分割して所有する。図2にルール記述の一例を示す。各KBはファジィ推論を起動するための fuzzy\_ruleと確定値の推論を起動するための action\_rule および、デフォルトの動作を記述するdefaultからなる。fuzzy\_ruleではファジィ数を含むルールを記述し、ルール全体を用いてファジィ推論を行う。action\_ruleでは後件部にノードのトリビュートを更新する(add\_copy\_node)等のaction命令またはC言語の文を記述できる。前件部はファジィ数の表現も可能である。多段推論を実行するための次のKBの指定は、action\_ruleで記述するイベント発生命令(event)で行う。defaultではaction\_ruleでイベント発生命令が起動されなかった場合のイベント発生命令を記述している。ただし、fuzzy\_rule、action\_ruleの記述順序は任意であり、この前後にユーザが作成したC言語の文を記述できる。

次に、BBのノードの構成について述べる。BBの概念図を図3に示す。KBの action\_ruleによりノードが発生し、推論の結果を対応するトリビュートの値欄に書き込む。図4ではトリビュート「年齢」にファジィ推論の結果のファジィ数を示すポインタが入力されている。

BBのトリビュートの宣言はnode\_typeにより行い、使用可能な型は実数型の real、文字列型の str、ファジィ数型の fuzzy の3種類である。また、トリビュートの変数はKB内の局所変数と区別するため、記号 ^ を前につける。

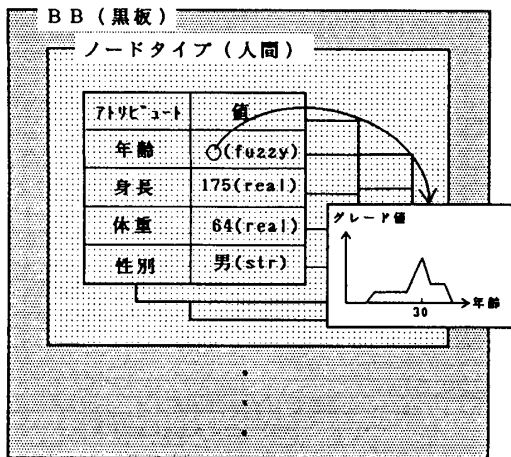


図3 黒板モデルの概念図

4. 多段推論方法

多段推論はKBでの推論結果をBBに書き込み、次のKBに受け渡すことによって実行される。図4に多段推論の方法を示し、以下に動作手順を示す。

- (1) メタ知識ブロックに記述してある初期KBを起動させる。
- (2) KBの fuzzy\_ruleでは全ルールを実行し、結果を action\_ruleで指定するカレントノードに書き込む。推論結果を関数 defuzzificationにより求めた重心計算

後の確定値とし、ノードに書き込むこともできる。

(3) KBの action\_ruleの中で、前件部の適合度が推論継続基準値(implication\_threshold)以上となる最初のルールを選択する。選択されたルールの後件部の action命令により、BBのノードの新規作成(create\_node)やノード追加(add\_node)やカレントノードのコピーの追加(add\_copy\_node)を行う。これにより、カレントノードを変換し、推論結果をカレントノードに書き込む。また、イベント発生命令(event)により、次のKBを指定する。

(4) イベントが発生されない場合は defaultの event命令により次のKBを指定する。

(5) イベント発生に従い、次のKBへ行く。次のKBでは、(3)で書き込んだノードの内容を参照し、推論を継続する。これにより多段推論が実行される。

なお、ファジィ推論の合成演算(composition)、含意演算(implication)、推論継続基準値(implication\_threshold)、推論停止基準値(finish\_threshold)等はメタ知識ブロックで設定できる。

多段推論は次の3通りのいずれかにより終了する。

- 1) 解あり終了: 各KBでの推論終了時に、CKBを起動し、評価値が finish\_threshold以上になった場合。
- 2) 解なし終了: すべてのKBの推論を実行しても finish\_threshold以上を満足する推論結果が得られなかった場合。
- 3) 強制終了: action\_ruleの後件部の停止命令(stop)が実行された場合。

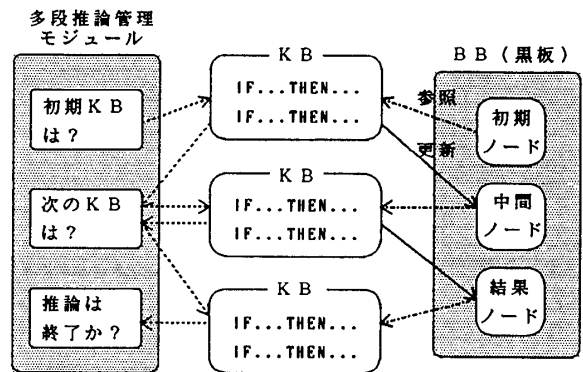


図4 多段推論の概念図

5. おわりに

ファジィ推論シェルの基本構成、知識表現、推論方法について述べた。本論文での機能以外に、バックトラッキング機能による評価値最良探索推論機能などを備えている。今後、実証システムに適用し、その有用性を確認していく。

6. 参考文献

[1] 遠藤, 他: ファジィエキスパートシステム構築シェル, 情報処理, Vol.30, No.8, pp.948-956 (1989)  
 [2] 山崎: ファジィ制御用汎用システムの動向, 計測と制御, Vol.28, No.11, pp.964-969 (1989)