

KE・ファジィ推論方式の一提案

7J-6

津田隆子、安信誠二

(株)日立製作所 システム開発研究所

1. はじめに

人間の直感に基づく知識を計算機に組み込む手段としてファジィ推論方式が提案されている。我々はこれを制御に適用し、列車自動運転<sup>1</sup>等の実用システムの開発を進めている。

本報告では、さらに大規模、複雑な知識を利用するため、ファジィ推論と前向き推論・後向き推論(以下KE的推論と略す)を融合した、KE・ファジィ推論方式を提案する。

2. ファジィ推論の課題とその解決

ファジィ推論は、If(条件命題)-then(指令命題)といった、型式でルールを記述する。各条件命題、指令命題はメンバシップ関数で定義されるため、あいまいな知識の取り扱いが可能であり、ノウハウを大雑把に記述するのに適する。しかしこの推論を多段的に繰り返すと、推論結果にあいまいさが増大し、大規模な知識の利用が困難である。

一方、KE的推論は論理的判断に基づき推論し、三段論法を得意とする。その反面、ノウハウを厳密に記述する必要がある、不確実な知識利用が困難である、という欠点がある。

一般に、人間の判断は直感的思考と論理的思考に基づいている。大規模な知識を利用するためには、両方の思考を適切に取り扱う必要がある。

そこでファジィ推論とKE的推論を組合せ、ファジィ推論で直感的判断を、KE的推論で論理的判断を実行する方式を提案する。

3. KE・ファジィ推論方式の提案

3.1 提案方式の概要

KE的推論との組合せを考えたファジィ推論方式は、以下の3通りに分類できる。

(1) 状態把握: KE的推論を主体とし、ファジィ推論は状態データからその状態を把握する。

(2) 指令決定: KE的推論をファジィ推論に適用するルール群の管理に利用し、ファジィ推論で状態にふさわしい指令を決定する。

(3) 命題意味: KE的ファジィ推論に対して、ファジィ推論で状況に応じた命題の意味を設定する。

これらの推論方法は情報を共有する場合もあるが、各推論のアルゴリズム自体は独立である。従って、各々の推論を分離し、共有領域を介したデータのやりとりにより、ファジィ推論とKE的推論を融合した。

以上のように提案するKE・ファジィ推論方式は、(1)各推論を独立化、(2)相互の推論を連結する共有領域を設置、の2つを特徴とする。

3.2 KE・ファジィ推論方式

3.2.1 提案方式の構成

本方式は適用対象の入力に基づきKE的推論を行い、必要に応じてファジィ推論を連携する。ファジィ推論は、KE的推論が共有領域に与えた情報に基づき推論し、その結果を共有領域に設定する。KE的推論はファジィ推論結果等を用いて推論を繰り返し、適用対象に指令を出す(図1)。

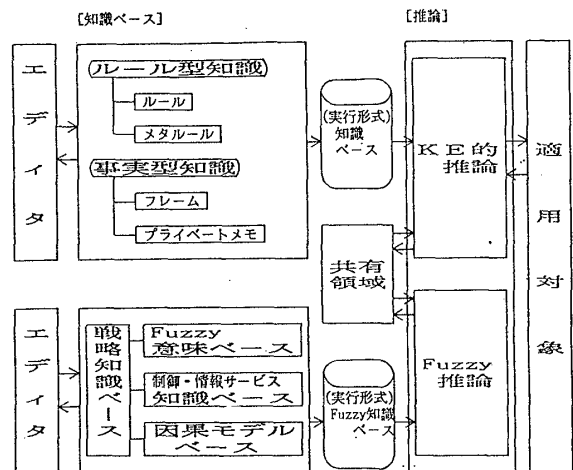


図1 KE・ファジィ推論方式の構成

なお、KE的推論はフレーム、プライベートメモ、ルール、メタルールの知識表現を持つKEツールの推論機構<sup>2</sup>を、ファジィ推論はルール、メンバシッ

プ関数を4つの部分知識ベースに分類・整理したファジィ知識ベースに基づき推論する推論機構<sup>3</sup>を利用した。

3.2.2 ファジィ推論 (図2)

(a) 状態把握ファジィ推論

ファジィ知識ベース内の各状態命題に対して、その意味を定義するメンバシップ関数を用いて、状態命題と状態値との適合度を算出する。その状態命題と適合度を共有領域に設定する。

(b) 指令決定ファジィ推論

本方法はルール条件命題のメンバシップ関数と状態値から、各ルールの適合度を求める。現在の状態にふさわしいルールを選択し、そのルールthen部に記述した指令命題と適合度を共有領域に設定する。

(c) 命題意味ファジィ推論

まず指令決定(2)と同様に各ルールの適合度を算出する。次にルールの適合度と指令命題の意味を規定するメンバシップ関数により、指令命題の意味を再定義し、共有領域に設定する。

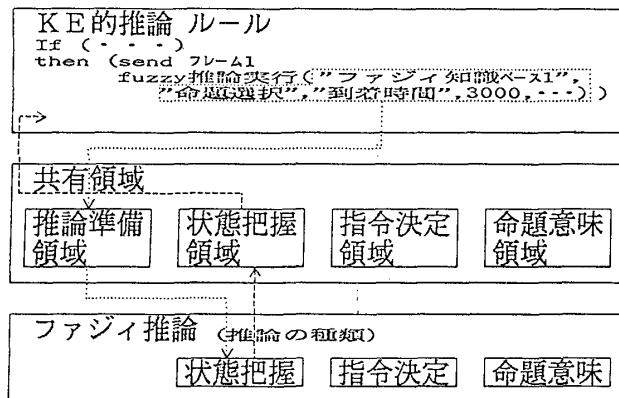


図2 KE・ファジィ推論の実行

3.2.3 KE的推論

ここでは、ファジィ推論と連携するための手続きを設ける。この手続きは、引き数としてファジィ推論に用いる知識を格納したファジィ知識ベース名、前項で述べたファジィ推論の方法、状態データを指定する。各引き数を共有領域に設定した後、ファジィ推論を起動する。

また共有領域内のファジィ推論結果を参照する機能も用意する。

3.2.4 共有領域

共有領域はファジィ推論とKE的推論とのインタフェース部分である。

(1) ファジィ領域：ファジィ推論を起動する際に必要な情報(前項で述べた手続きで指定した引き数)

を設定。

(2) 状態把握領域：状態把握ファジィ推論(a)で実行した結果(状態命題、確信度)を設定。

(3) 指令決定領域：指令決定ファジィ推論(b)で実行した結果(指令命題、確信度)を設定。

(4) 命題意味領域：命題意味ファジィ推論(c)で実行した結果(指令命題、確信度)を設定。

3.4 記述例

本方式の記述例として、車掌が利用客に目的地までの経路を案内する最適経路探索問題を、採り上げる。これに関する知識は、「現在地は『東京』である」というような明白な事実と、「出発希望時間『5時』が『出発希望時間が早い』にあてはまるか」というようなあいまいな判断に分類される。これらに関する知識をファジィ推論用とKE的推論用に分けて記述し(図3)、共有領域を介し各推論を実行、経路を探索できる。

```
(経路探索ルール群)
(経路探索ルール1)
IF ( 予定1 @推論実行 = まだ
      @出発時刻 -> ?x1
      @推論方式 -> ?x2
      @推論知識名称 -> ?x3 )
then ( send 予定1
        ファジィ推論実行( ?x3, ?x2, "出発時刻", ?x1 )
        assign ( 推論実行, 既実行 ) )
)
(経路探索ルール2)
IF ( 予定1 @推論実行 = 既実行 )
then (
  :
)
```

図3 経路探索ルール記述例

4. おわりに

ファジィ推論とKE的推論を融合させたKE・ファジィ推論方式について述べた。直感による判断をファジィ推論に、論理的な判断をKE的推論に、分担させた本方式は、大規模な知識のアルゴリズム化に有効であると考えられる。

[参考文献]

- 1) 安信、他：Fuzzy制御の列車自動運転システムへの応用；電気学会誌 104,10,17/24 (1984)
- 2) 田野：知識処理モデルに基づく推論及び推論制御方式；第1回人工知能学会大会論文集 (1987)
- 3) 津田、他：Fuzzy推論用知識ベースエディタの開発；情報処理学会第36回全国大会 1355/1356 (1988)