

エキスパートシステム開発支援ツールMASTER (2)

4B-3

— 不確実な知識による推論機能 —

宮元 慎一, 好川 哲人, 村田 良一
三菱重工業(株) システム技術部

1. まえがき

現在、エキスパートシステムは数多く提案されているが、適用する問題の性質によっては、ツールとして用意されている機能だけでは対応できないという問題点がある。これは、ツールで適用を考えている問題が標準的な問題であるため、問題の抱える性質を忠実に反映できるような枠組みが提供されていないためである。このような状況の例の1つにあいまいな知識をどのように取り扱うかという問題がある。専門家のもつ知識にはあいまいさが付随することが多いが、そのあいまいさの性質によって、いろいろな取り扱いが考えられる。

ここでは、あいまいな知識のうち、不確実な知識に焦点をあて、エキスパートシステム構築支援ツールMASTERの一つのタスク[1]として開発した推論機能について述べる。

2. 不確実な知識

あいまいな知識を
不確実な知識
不完全な知識

の2つに分けて考える。前者は、ある事象間に確定的ではないが、何らかのことが言えるような状況をさし、後者は全くわからないような状況をさす。言い換えれば、前者は数値的なあいまいさを取り扱ったもので、後者は論理的なあいまいさを取り扱ったものとなる

本報では、このうち不確実な知識を用いた推論機能について述べる。

MASTERではつぎの4つの推論

- (1) 確信度を用いた推論
- (2) メンバシップ関数を用いた推論
- (3) 集合に基づく推論
- (4) 仮説に基づく推論

を備えているが、本報ではこのうち、不確実な知識にかかわる(1),(2)について述べる。

3. 確信度を用いた推論

不確実な知識を伴う問題解決には、MYCINの確

信度[2]を用いた推論方法を適用することができる。

この推論では、専門家の持つあいまいさを簡単に定量化でき、計算も簡単に行なえるため、多くのエキスパートシステムで用いられている。以下、MYCINの確信度を用いた推論方法の知識表現と確信度計算について述べる。

知識表現

つぎのようなルールで知識を表現する。

IF 条件事象₁ ... 条件事象_n
THEN 帰結事象₁ with 確信度₁

:

帰結事象_n with 確信度_n

確信度は -1 ~ 1 の間の値を取る。

確信度計算

つぎの3つのステップからなる。

step1 ルール成立の確信度を求める。

IF部の事象の確信度の最小値をとる

step2 事象の確信度を求める。

step1の確信度とルールに割り当てられている確信度の積をとる

step3 確信度を合成する。

事象が複数のルールから導かれている場合は、それらの確信度をMYCINの合成則により合成する。

MYCINの合成則—確信度 X, Y より Z を求める。

$$\begin{aligned} Z &= X + Y - X * Y && (X, Y \geq 0) \\ &= X + Y + X * Y && (X, Y < 0) \\ &= (X+Y) / \{1 - \min(|X|, |Y|)\} && (X*Y < 0) \end{aligned}$$

ただし、上の簡単な方法だけでは、扱える問題も限られているので、今回はつぎのような拡張を考えた。

矛盾度の利用

step3 において確信度を合成する際、異なる符号の確信度が得られた場合、その差を矛盾度とし、その大きさによって推論の継続・停止を制御する。

ルールの発火数の利用

複数のルールから同一の事象が導かれる場合は、そ

の事象を導く全ルール数のうち、何個のルールが発火したかによって、事象成立の制御を行う。

演算の追加

確信度計算の各ステップで行う演算(表1)を追加し、選択の幅を広げる。

表1 確信度計算の演算

step1	step2	step3
最小値	積	合成
最大値	最小値	最大値
合成	最大値	最小値

上の表で、合成とはMYCINの合成則による確信度合成を意味し、下線を引いたものはデフォルトの演算法を意味する。

4. メンバシップ関数を用いた推論

MASTERでは、MYCINの方法以外にFuzzy理論[3]に基づいた不確実な推論を行なうことができる。この推論では、自然言語のもつあいまいな知識を表現することができる。たとえば、「機器Aの出口温度が高ければ・・・」という知識では、「高い」をつぎのようなメンバシップ関数で表現する。

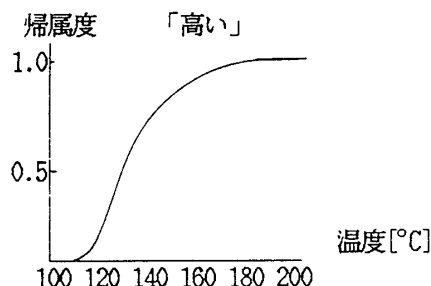


図2 メンバシップ関数

以下、Fuzzy理論に基づく推論方法の知識表現、メンバシップ関数・確信度の計算について述べる。

知識表現

つぎのようなルールで知識を表現する。

IF 条件命題₁ … 条件命題_n
 THEN 帰結命題₁ with 確信度₁
 ;
 帰結命題_n with 確信度_n

条件部は2. の場合の事象ではなく、命題を考える。命題は、つぎのように、属性と属性値からなり、属性

値はメンバシップ関数として表現される。

命題：「機器Aの出口温度が高い」
 属性 属性値

メンバシップ関数・確信度計算

知識表現の変更に応じて確信度計算の手順も変更が必要である。

つぎの3つのステップによる。

step1 ルール成立の確信度を求める。

IF部の命題と実際に得られた命題との類似度(2つのメンバシップ関数の類似の度合を表す量、詳しくは[3]を参照のこと)を計算し、その命題自身に与えられている確信度の積をとり、その最小値とする。

step2 事象の確信度を求める。

step1の確信度とルールに割り当てられている確信度の積をとる。

step3 確信度を合成する。

事象が複数のルールから導かれている場合は、それらの確信度とメンバシップ関数とをMYCINの合成則を関数に拡張した式により合成する。

従来のファジー推論ではルールが連鎖している場合の確信度の継承の方法やファジー命題と非ファジー命題が混在している場合のメンバシップ関数と確信度の取扱いがあいまいであった。本推論法ではメンバシップ関数と確信度を陽に関係づけることによってこれらのあいまい性を取り除き、ルールベースシステムへの適用を可能にした。

5. あとがき

本報では、MASTERの推論機能のうち、不確実な知識を用いる推論について述べた。

MASTERでは、これらの確信度計算法をサポートした推論機能を装備することによって、より柔軟な問題解決の枠組みを提供している。

<参考文献>

- [1] 好川、他：エキスパートシステム開発支援ツールMASTER(1) - 概要、本大会(1989)
- [2] 石塚：不確かな知識の取り扱い、計測と制御, Vol.22, No.9, 774/779 (1983)
- [3] K.S.Leung, W.Lam: Fuzzy Concepts in Expert System, COMPUTER, 43/56 (1988)