

4B-4

エキスパートシステム開発支援ツールMASTER (3)

— 不完全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

エキスパートシステムを構築する上で問題となるあいまいな知識のうち、不確実な知識に関しては[2]において述べた。

本報では不完全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. 不完全な知識

ルールベースシステムでルールを発火させる際の不完全性には大きく分けて、つぎの2つがある。

- IF部の判断情報が欠如している場合、つぎのように複数のルールがあり、それらのIF部成立をできる情報が欠如している状況である。この場合は、他の情報と無矛盾なルールを発火させ、推論を進めて行きたい。

IF 条件事象₁ THEN 帰結事象₁
IF 条件事象₂ THEN 帰結事象₂

- THEN部の細分化情報が欠如している場合
ルールのIF部が成立しており、ルールが適用できることは判定できるが、下例のように帰結事象(帰結事象₁, 帰結事象₂)の細分化情報が欠如している状況である。

IF 条件事象 THEN 帰結事象₁ or 帰結事象₂

前者に対しては、仮説に基づいた推論法(3.)により対応し、後者に対しては、集合に基づいた推論法(4.)により対応する。

3. 仮説に基づいた推論

IF部の判断情報が欠如している場合には、仮説による推論により対応する。すなわち、よく分っていない状況に対しては、仮説をたて、その仮説をもとに推論を進めていく。もし、途中でその仮説が誤っていたら、別の仮説をもとに推論をやり直す。以下、この推論法の知識表現と仮説制御について述べる。

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
BELIEF 仮説₁ ... 仮説_m
THEN 帰結事象₁
:
帰結事象_n

IF部の条件事象とともに BELIEF部の仮説が成立している場合に発火する。

推論システムの構成

推論システムは図1のような構成とする。

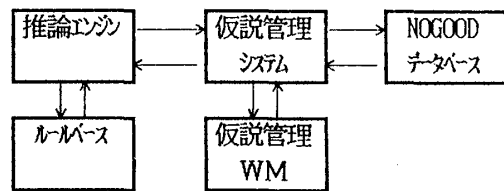


図1 仮説に基づいた推論システム

仮説の制御

推論中に矛盾が検出されると、仮説管理システムが起動され、つぎのような仮説の制御(採用する仮説を変化させていく)を行う。

- STEP1 矛盾の原因となっている事象を調べる。
- STEP2 原因が仮説であれば、仮説を置き換える。
- STEP3 覆された仮説から導きだされた事象をワーキングメモリから消去する。

仮説の制御は基本的にはTMS[3]と同じである。すなわち、仮説の組みを考え、矛盾が発生した時点で、仮説の組の中のいずれかの仮説を覆すことにより、矛盾を解消する。ただし、矛盾が発生し解消される過程で、複数個の仮説の状態が考えられるので、仮説を覆す際に、矛盾を含む仮説の組の中で最も確信度の低い仮説を覆すという手法を用いる。仮説を選ぶ方法は、同時に信じる仮説の組すべての集合(仮説候補集合)の中の、その組に含まれる仮説の確信度の和が最大のも

のとする。

本システムの特長は仮説空間の探索の効率がよいことである。

4. 集合に基づいた推論

THEN部の細分化情報が欠如している場合には Dempster-Shafer (D.S.)理論[4]をルールベースシステムに適用することによって対応する。D.S.理論では、集合に基づいて事象の確率を取り扱う。以下、知識表現、確率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 確率₁

⋮

帰結事象_n with 確率_n

確率は 0 ~ 1 の間の値を取る。

また、ルールのIF部・THEN部の事象は、図2のような世界に含まれるノードである。ルールは事象間を結ぶリンクであり、世界間の関係を表す。

D.S.理論の普遍集合、焦点要素は世界、事象に対応する。また、各事象に割り当てられる確率は基本確率とする。

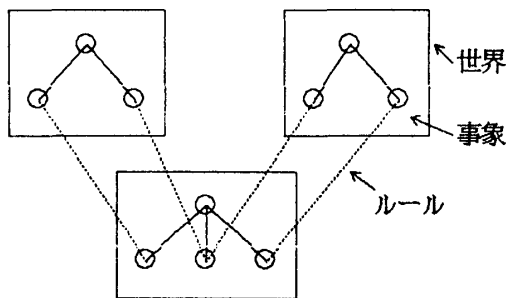


図2 世界、事象、ルール

確率計算

つぎの3つのステップからなる。

step1 ルール成立の確率を求める。

IF部の事象の確率の最小値をとる

step2 事象の確率を求める。

step1の確率とルールに割り当てられている確率の積をとる

step3 確率を合成する。

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

最終的には基本確率より計算される上界確率（信じられる最大限の確率）、下界確率（信じられる最小限の確率）を提示する(図3)。上界確率と下界確率の差によりその事象の確率のあいまいさをあらわす。

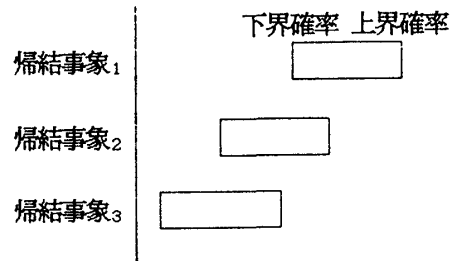


図3 上界確率、下界確率

本推論法の特長は、"世界"を導入して、従来、本質的に一段の推論にしか適用できなかったD.S.理論を多段の推論にも適用できるように拡張したところにある。

5. あとがき

本報では、MASTERの推論機能のうち不完全な知識を用いる推論について述べた。

MASTERでは、本報で述べた不完全な知識による推論と、[2]で述べた不確実な知識による推論により、あいまい性に対して柔軟に対応できるフレームワークを提供している。

<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] 宮元、他：エキスパートシステム開発支援ツールMASTER(2) -不確実な知識による推論、本大会(1989)
- [3] J.Doyle: A Truth Maintenance System, Artificial Intelligence, 12, 231/272 (1979)
- [4] 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)