

エキスパートシステム構築支援ツールKBMS-3

1Q-9

- 表形式知識の洗練機能 -

打橋 知孝 稲垣 聖美 安西 崇 木村 文宏

NTT情報通信網研究所

1. はじめに

実用エキスパートシステム(ES)開発のボトルネックと言われている知識ベースの構築は切実な問題となっている。

知識エディタにより知識投入の支援は行われているが、知識投入の前には知識の洗練を行うことが必要である。現状では知識洗練を手で行っており、扱うルールや事例の量が多くなると膨大な時間がかかり、構築コストが増大するという問題があった。

この問題の解決を目的として、ES構築支援ツールKBMSでは表形式知識をもとにした知識洗練機能を実現し、実用ES構築の効率化を図った。本報告では、知識洗練機能の実現方法について報告する。

2. 表形式知識とは

KBMSでは故障診断等の分類型問題を対象にした表形式知識表現を提供している。これは条件値の組合せに結論を対応させるルールを、行方向に条件群、列方向に結論群、要素として条件値を持つ表の形式で表すものである(図1)<sup>[1]</sup>。この表形式知識は、結論に対して条件が共通で各々の条件が独立である、条件値のとりうる値が定義されている、という特徴を持っている。

3. 知識洗練とは

知識洗練では、断片知識や事例からルールを作成する。ルールは条件値の組合せと結論を対応付けるものであり(図2)、同一結論に対応する条件の組合せの規則性を見だして作られる(作られたルールはもとになった事例に対処できる)。この際に、ルールの汎化とルールの特化が行われる。

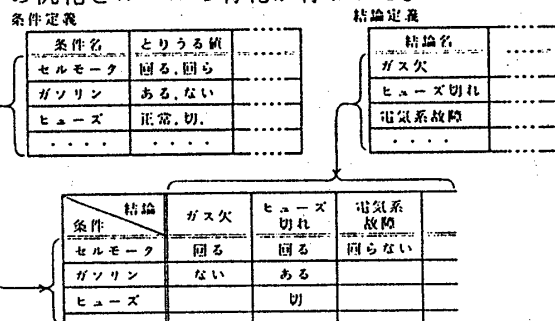


図1. 表形式知識表現

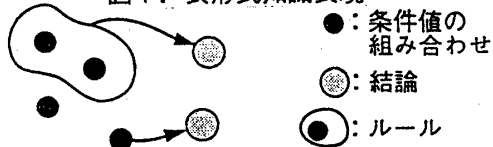


図2. 事例とルール

また、事例・知識には観測誤りや記述誤りなどでノイズが含まれている。適切なルールを作成するため、ノイズを含むものの発見・修正を行う。

① ルールの汎化

ES構築では対処できない事例がないようにルールを作成する必要がある。組み合わせる条件数を少なくすれば(ルールの汎化)少ないルールで多くの事例に対処できる。ルールの汎化のため次の処理が行われる。

a) ルールの統合

結論が同じルールを統合する(図3-1)。

b) 不足知識の補完

未知の事例に対処できるようにルールを作成する(図3-2)。

c) ノイズ除去

ノイズを含む事例を修正する(図3-3)。

② ルールの特化

過度の汎化を行うと他のルールと重なる部分が多くなり、複数の結論と対応付けてしまう。特定の結論に対応付けるためにルールの特化を行う。ルールの特化のため矛盾解消が行われる。

a) 矛盾の解消

条件値の組合せが同じで、結論が異なるルール(矛盾するルール)の矛盾解消を行う(図3-4)。

b) ノイズ除去

ノイズを含む事例を無視する(図3-3)。

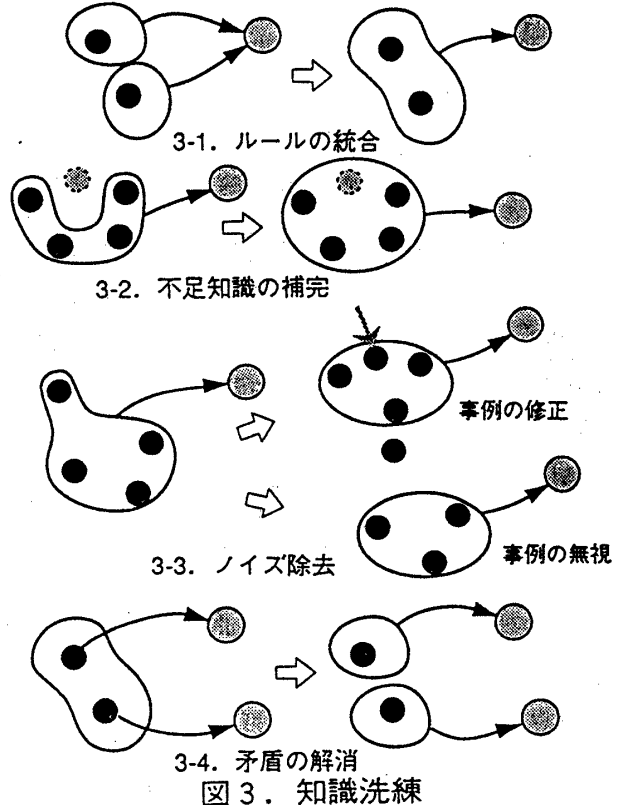


図3. 知識洗練

4. 知識洗練方式

前記のように知識洗練では判断を要求される処理が多く、判断→知識更新を自動で行うのは非常に危険である。本機能では知識洗練の対象となる候補ルールの抽出および判断材料の提示を行い、知識の変更判断は利用者に任せることにした。

表形式知識では条件値のとりうる値が定められているので、条件値の組合せの領域は限定される。そのため何が不足事例なのかは明白であり、それを補完することで適切なルールの汎化を行える。汎化後、全ルールを対象にして矛盾を抽出することにした。このルールの汎化とルールの特化を交互に行うことにより、適切なルールで未知の事例にも対処できる知識への洗練が行える。

4-1. ルールの汎化

任意のルールと同一結論を持つルールを比較し、条件値の組合せが重なるルール（知識洗練対象となる候補ルール）を抽出する。

ルールの汎化は条件間の関係などの背景知識を基に行われているが、ESの対象分野毎に背景知識を用意するのは構築コストの増大につながってしまう。

例えば自動車故障でガス欠の事例を見ると「燃料計が0」という観測値がどの事例にも見られるように、同一結論を持つ事例には特定の条件値が出現する。そこで判断材料として条件値の出現頻度を利用することにした。表形式知識では条件値のとりうる値が定められており、全条件値の出現頻度の分布がわかる。利用者はこの分布に対する判断で、ルール統合、不足知識の補完、ノイズ除去を行う。

<システムの表示>

- ・知識洗練の対象候補ルールおよびルール中で異なる条件値の提示（全く同一のルールは削除）。
- ・条件の条件値出現分布の提示。

<利用者の対処（例）>

- ・異なっている条件値をor統合する（ルール統合）。
- ・出現頻度が低い条件値が異なっている場合には、その条件値をノイズと見なし、訂正する（ノイズ

除去）。

- ・とりうる値のほぼ全てが均等に出現していれば出現していない条件値も同様の出現頻度と考え、その条件は結論導出の有効性の低いものと見なし、ルールを作成する（不足知識の補完）。

4-2. ルールの特化

任意のルールと全ルールを比較し、条件値の組合せが同一で結論の異なる矛盾ルール（知識洗練対象となる候補ルール）を抽出する。利用者はこれらへの対処で矛盾の解消、ノイズ除去を行う。

<システムの表示>

- ・矛盾するルールおよび矛盾箇所。例えば、ルール「 $A=1 \& B=any \rightarrow R1$ 」とルール「 $A=any \& B=1 \rightarrow R2$ 」の矛盾箇所は「 $A=1 \& B=1$ 」を提示する。

<利用者の対処（例）>

- ・前出の例の場合には、「 $A=1 \& B=1$ 」がR1, R2のどちらに対応するかを指定する（矛盾の解消）。
- ・矛盾ルールを区別するように条件値・条件の追加変更を行う（矛盾の解消）。
- ・矛盾するルールを削除する（ノイズ除去）。

5. おわりに

表形式知識の洗練支援として、知識洗練対象となる候補ルールの抽出および判断材料を提示する機能を作成した。本機能により、ノイズの除去、ルール一般化の示唆、ルール統合、矛盾解消のための示唆が得られ、知識整理を効率よく行うことができる。また、ES構築・運用時に得られる事例を用いて、事例からの知識抽出および既に格納されている知識の更新も効果的に行うことができる。

今後、ルール特化の支援の高度化および判断→知識変更の戦略追加を試みる。また実際の問題に適用し、今回提案した知識洗練方法の有効性を検証する。

[参考文献]

- [1]古屋他：KBMSにおけるES開発支援機構 - 表形式による知識入力機能 - 第39回情報大全, 1989.

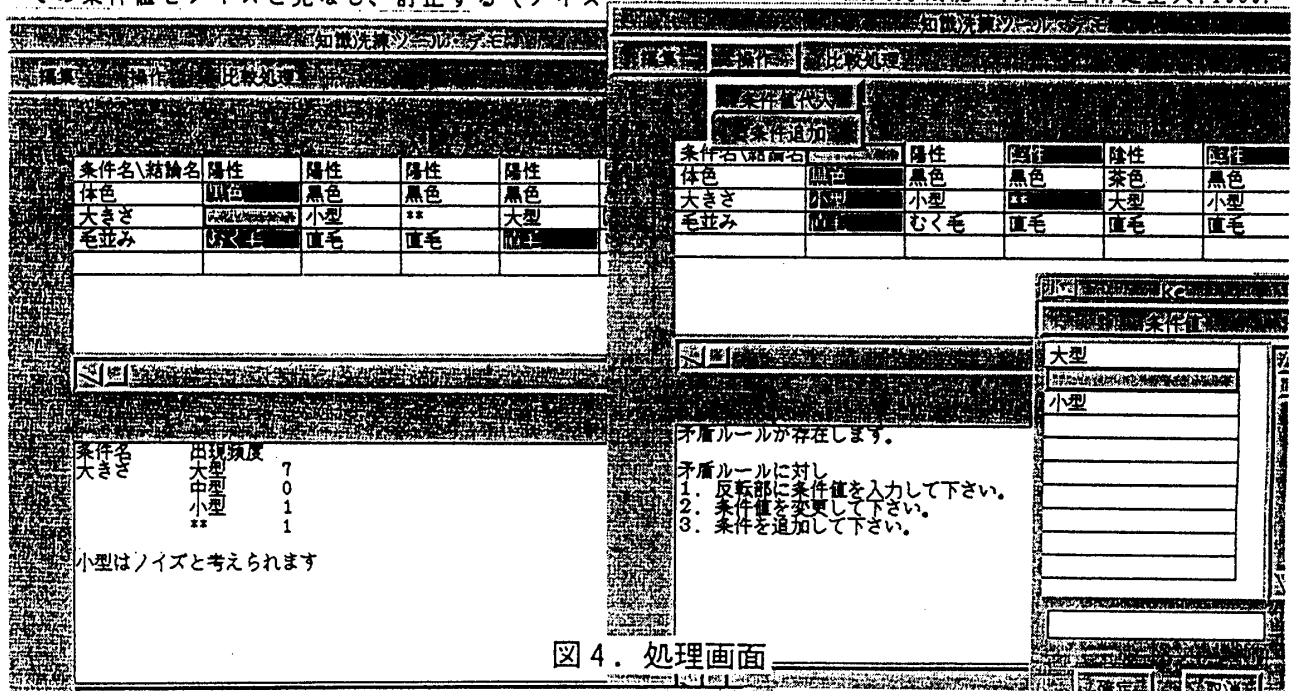


図4. 処理画面