

6C-3

計画型エキスパート・システムにおける
メタレベルの知識獲得鈴木敦子, 永田守男
(慶應義塾大学)

1. はじめに

エキスパート・システムの作成には多くの人手と時間を要し、しかも十分な性能を出せないものが多い。このとき問題となってくるのがエキスパート・システムの「知識」の部分である。具体的には、

- どのような知識を盛り込むか
- どのように専門家から知識を引き出すか
- 知識の表現、整理方法
- 知識間のつながり
- 知識の管理・運用

など考慮しなければならない点は山ほどある。特に現在その必要性が叫ばれている「計画型」システムではこの問題は深刻である。

ここでは、計画型エキスパート・システムの「知識」に階層(レベル)があると考え、配車計画問題を例としてとりあげ、それに対する知識獲得の一手法を提案する。

2. オブジェクトレベルとメタレベルの知識

ルールベースで表現される「知識」を考えると、その内容によって、

- ・ オブジェクトレベル
- ・ メタレベル

に大別するという考え方があり[1]。

オブジェクトレベルの知識とは、配車計画問題を例にとると、乗務員の人数やトラック1台に積載できる貨物量、配車可能なトラックの種類のようなものをいう。つまり、

- ・ 専門家から聞き出しやすいもの
- ・ 専門家に左右されないもの

といえる。また、文書化されているものを対象として考える場合もありうる。

一方、メタレベルの知識とは、オブジェクトレベルの知識を制御するようなものと考えられる。たとえば、乗務員を考えた場合、「人数」というのはオブジェクトレベルの知識であるが、「どのように割り振る」というのはメタレベルの知識となる。このような問題の場合、5人の専門家がいれば、5通りの解が出てくるかもしれない。専門家によって解が異なる問題なのである。このほか配車計画問題では、配送ルートを決めるときの考え方もこのレベルの知識と考えられる。言い換えれば、オブジェクトレベルの知識を制御して、解の効率と質を高める

ような知識といえる。

3. メタレベルの知識獲得

エキスパート・システムの評価を行なう時、かならず問題となるのが解の「効率」と「質」である。まず、このふたつの視点からメタレベルの知識をもう少し考えてみよう。

エキスパート・システムが問題を解いて、人手で解くよりも時間がかかるようでは意味がない。たとえば、配送ルートを探索する場合を考えてみる。専門家は枝刈りをしてよい条件にぶつかるとその先の枝(ルート)は刈り込んでしまうのに対して、その条件を知らないエキスパート・システムはとにかくすべてを探索してしまう。解をだすまでの時間がかかる。すなわち、「効率が悪い」のである。もし、枝刈りの知識があれば、その分だけ探索空間が小さくなるので、それだけ解を求める「効率」がよくなる。つまり、この場合では、枝を刈り込むときの条件がメタレベルの知識といえる。

「質」の場合も同様である。どのようなものでも解としてしまうようでは、かえって業務に支障をきたす。たとえば、その日の貨物すべてをひとりの乗務員が配送するという解が出てきたら、それは「質の悪い解」とされる。複数の乗務員がいる場合には、その何人かの乗務員に作業を割り振るとするのが、専門家のなかでの暗黙の了解なのである。このように専門家が無意識に行なっている部分もメタレベルの知識である。もちろん、解の質のよしあしを判断する知識もこのレベルの知識に含まれる。

エキスパート・システムの質に関わるメタレベルの知識獲得の方法として考えられるのは、まず専門家にインタビューすることである。直接質問することも一手法であるが、専門家がその問題をどのように解くのか、あるいは過去にどうやって問題を解いたのかを思い出してもらってそれを知識とする方法もある。

さらにもう一つ重要な知識獲得方法として挙げられるのが、システム自身が自動的に知識獲得を行なうことである。ここでは、専門家の解とシステムの解を比較し、その差を抽出して、知識と考えられる部分を選び出し、それをエキスパート・システムが知識として獲得する方法を中心に論をすすめる。

比較の作業は、専門家の結果をエキスパート・システ

ムに理解できる形で入力すれば、システムでの自動化を行ないやすい部分と考える。

抽出部分では、比較した結果、差として表われたものが「システムの知識」としているものと同じ質のものであるかどうかをまず判断しなければならない。また、それが「知識」として認められても、ふたつのレベル（オブジェクトレベルとメタレベル）に分けた知識のどちらに属するかを判断するという作業も含まれる。いずれの判断についても、システムによる部分と人手による部分の切り分けを現在検討中である。

獲得の作業は、すでにシステム内で体系化された知識の中に抽出したものを組み込むことである。このとき注意しなければならないのは、いままでの知識との整合性である。つまり、矛盾が起きていないか、冗長な部分はないかということ等を常にチェックする必要がある。また、いままでの知識とあらたに組み込んだ知識とをあわせて、もっと一般的な知識（ルール）を引き出せないか、ということも考えられる。

システムが自分の解と専門家の解との差を見つけ、知識として獲得できればよいのであるが、すべてを自動的にこなすというのは現段階では難しい。比較、抽出、獲得のいずれの段階においても、結局どの部分を自動化するか、どの部分にどのような人手による作業を組み込むかが現在の問題点である。

4. 配車計画エキスパート・システムによる実験

4.1 配車計画

貨物の配送センターを考えてみる。そこでは、毎日、多量の注文を受け、それにみあった車両を手配する必要がある。配車計画とは、簡単にいえば受注した貨物と、それを配送する車両の組み合わせと配送経路を考える問題となる。

このような問題を人手で解くときには、貨物と車両の組み合わせを一度に考えることは難しいと考えられる。さらにエキスパート・システムでは、その他にも考慮されなければならない点がいくつかある。

- ① 配車結果の質の均一化
- ② 担当者の知識の有効活用
- ③ 担当者の負荷軽減
- ④ 配車時間の短縮
- ⑤ 例外処理への即応性

これらの中で①②③はどのような分野のエキスパート・システム構築の際にも考慮される点であることはエキスパート・システムを作る目的の上からも明らかである。

4.2 配車計画問題を解く知識

配車計画問題を解く「知識」を、オブジェクトレベル

とメタレベルの知識に分けて整理すると次のようになる。

<オブジェクトレベル>

- ① 乗務員の人数
- ② 配送先の制約（時刻、道路など）
- ③ 貨物の制約（積載条件、車種など）
- ④ 依頼の優先度
- ⑤ 緊急便、取り消しへの対応

<メタレベル>

- ① 配送ルート決定の際の探索枝刈り
 - ▲受け持ち区域を小区域に分割する
 - ▲配達時刻の制約
 - ▲ある届け先から次の届け先までの時間的なインターバルのとり方
- ② 配送業者、乗務員の平等な割り当て
 - ▲同じひとが同じ区域を連続して受け持たない
 - ▲指定納入業者の考慮
- ③ 「良い配車計画」と「悪い配車計画」
 - ▲「悪い」としたとき「どこ」を「どのように」変更し「良い」ものとするか
 - ▲どのようなものを許容解とするか
 - ▲許容解の中の「解の質」のよしあしの基準

などが考えられる。

③については、配車計画問題に固有の知識ではなく、計画型あるいはほかのエキスパート・システムすべてがこの知識の部分に問題を抱えている。

もちろん、これらのみで問題を解決できるとしたわけではない。これらは問題を解く上での重要なファクターとして着目した点である。これらの知識を統合して、配車計画問題を解くエキスパート・システムを試作中である。

5. まとめ

最終的には専門家へのインタビュー部分からシステムに組み込むことが理想である。これからの課題としては、専門家からうまく知識を引き出すことのできるインタビュー方法の検討、システムの結果と専門家の結果との差の抽出方法とレベル分け、さらに、それを知識として獲得するための方法の検討が挙げられる。

参考文献

- [1] Bundy, A. and Welham, B. : Using Meta-level Inference for Selective Application of Multiple Rewrite Rule Sets in Algebraic Manipulation, *Artif. Intell.*, No.16, pp.189-212 (1981)