

## エキスパートシステム構築における段階的推論方式の適用と評価

6J-6

北澤 昇、日野 哲治  
日本電気株式会社 生産システム開発本部

## 1. はじめに

知識ベース(KB)は、そのメンテナンスが重要であり、エキスパートシステム(ES)構築においては、ESユーザ(知識メンテナンス者)が理解しやすい形で記述する必要がある。従来は推論時に1つの推論に対して1つのKBが適用された。今回、対象問題に対して解答到達手段を図式化し、ノウハウを如何にKB化するかの分析、検討した。その結果、知識を1段階の推論機構に構築するのではなく、2段階の推論機構に構築することが有効であると結論した。すなわち、第1段のKBによる推論結果(状態判定)を第2段のKB(整合性判定)での推論に利用する段階的推論を適用することで知識表現の簡略化及び推論実行の軽量化を実現すると共にメンテナンス性を向上させた。今回、この段階的推論方式の電子デバイス工程手順チェックへの適用・評価を行ったので報告する。

## 2. 知識表現における課題

一般的にKBは、利用者になじみのある表現を用いて構築すると、使い勝手が良くなり、スムーズな導入が可能となる。しかし、解決しようとする対象問題をそのままの表現で知識化すると膨大な数の知識となり、本来ESの維持のために欠くことのできないKBのメンテナンス性が極度に悪化する。この対象問題における課題を解決するためには、利用者が使用している表現、あるいは既に存在している表現を入力としながらも、かつ対象問題を解決するメンテナンス性が良いKBを構築する方式を検討し適用する必要がある。

## 3. 段階的推論方式の考え方

対象問題を解決するための知識を整理するとESにおける入力情報を共通化(グループ化)できる。入力情報それぞれの独自の表現では意味の違いがあるものでもESにとっては、結果的には同一意味(=同一表現)になるものがある。この点に着目し、前記の「対象問題の知識表現化に際して存在する課題の解決」を図るES構築方法として、以下の2段の段階的推論方式を検討した。

・第1段KB：利用者が使用している知識(入力情報)を問題解決できる表現(第2段KBに適合する表現)に変換し、状態判定を行う。

・第2段KB：第1段KBで判定される状態を用いて問題解決の知識を格納し、整合性判定を行う。

入力情報の状態獲得と最終的な判定を段階的に推論することによって、ESとして自由度を大きく取ることが可能となり、広範な事例に対応することが可能となる。さらに、ESの運用が進み、知識の追加・修正が必要な場合が発生しても、必要に応じて第1段KB、あるいは第2段KBに柔軟に知識を追加することができる。

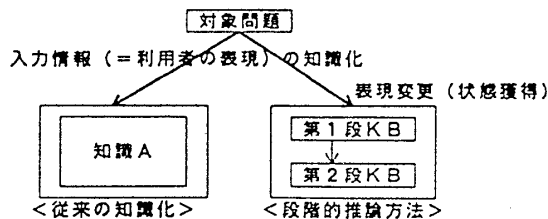


図1 KB化における従来との違い

## 4. 適用事例

## 4-1. 対象問題

電子デバイス工程手順チェックにおいては、万一、致命的なチェック漏れのままロットを投入した場合には、汚染事故(設備の損傷・製品の不良等)が発生する。従来、実際に製品を製造する前に正しく工程手順が作成されているかをベテラン技術者が数時間かけてチェックしており、今回、チェック工数削減(チェック時間短縮)を主目的としてES化が望まれた。

## 4-2. 分析

ユーザにヒアリングを行い、従来、人間系で実施していたチェック手順(解答到達手段)を、KJ法等[1]を参考に、ルール分析・詳細化(図式化分析)した結果、「対象問題に対して従来の表現で知識を記述(例えばIF~THENルール等を用いて1つのKBで表現)するとKBが膨大となり、メンテナンス性等が悪化する恐れがある」と判断された。そこで上記の段階的推論方式を適用することにした。

4-3. 実現方法

分析結果から、工程手順におけるチェックには以下の4つの階層があることがわかった。

- ① 工程名の「グループ」による意味付け
- ② 工程名自身による意味付け(①の例外処理)
- ③ 工程の前後関係による関連性
- ④ 工程名に関連する詳細な処理条件

知識化にあたっては特に、電子デバイス工程の特徴である、工程数が数百にも及ぶ手順があり、その手順は「ループ工程」で構成されている点に着目した。

入力情報は工程手順の工程名であるが、工程手順チェックの本質は、各工程通過後の製品状態の判定である。従って、まず工程名称から図2のように同一製品状態となる工程を小グループとしてまとめた。そして、上記階層に対し、工程通過後の製品状態の判定を第1段KBとし、その各状態での整合性判定を第2段KBとする段階的推論方式を構築した。

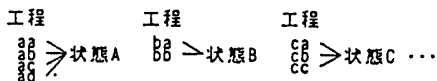


図2 知識の分類 (工程名の場合)

具体的には図3のように第1段KBでの状態判定では「製品の表面に、工程026では銅が存在し、工程027以降ではAlが付着している」というように同時に複数の状態判定を行い、第2段KBでの整合性判定では、「銅が存在している時に禁止工程026を作業しているか」等の判定を行う。

知識表現に関しては図5に示すように表形式[2, 3]で表現しており、知識の数は図4の通りである。なお、各質問はそれぞれ複数の選択肢からなる。

工程名	第1段KBによる判定				チェック結果
	状態A	.....	銅付着状態	7μm付着状態	
.....	●				
工程025	●				
工程026	●		●		NG! 禁止工程!
工程027				●	
.....				●	

図3 状態判定、整合性判定の例

知識表	質問	選択肢	解答
第1段KB	22	1037	21
第2段KB	34	1058	35

図4 知識の数

Decision Table	質問と選択肢													
	大工程名				小工程名				状態A		銅		7μm	
	投入	封入	入庫	リセット	層剥離	工程A	.....	QS	有	無	有	無	有	無
銅NG	x	x	..	x	x	x	●	..	x	●	x	●	x	●
レジストNG	x	●	..	x	●	x	x	..	x	-	●	●	x	x
7μmNG	x	x	..	x	x	x	x	..	x	●	x	x	●	●
洗浄漏れ	x	x	..	x	●	x	x	..	x	x	-	x	●	●

図5 知識表現例

5. 評価

今回、電子デバイス工程手順チェックに関し、段階的推論方式を適用した。知識を1つではなく、2つの段階的な知識表で、ユーザに理解しやすい形で表現したことで、スムーズな導入を実現すると共に、KBにおける高度なメンテナンス性を達成し、この段階的推論方式の有効性を確認できた。また、本方式では、知識を2つに分類するための問題分析が最も重要であることを確認した。

6. おわりに

各段階でのKBは図6の表現方法1のように記述した。しかし、今後の知識拡張等で知識表が大きなものとなった場合、①推論速度②メンテナンス性③GUI表示、等の点において不都合になる可能性がある。今後は、図6の表現方法2のように知識表の水平的な分割・細分化を行った場合等の評価を進めると共に、本方式の発展を検討し、他分野でのES構築への適用・評価を行っていくつもりである。

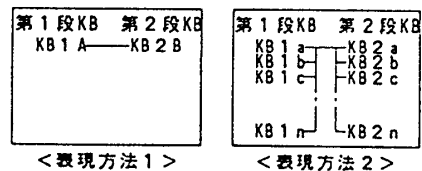


図6 知識表現方法

参考文献

- [1] 川喜田二郎、"発想法 創造性開発のために"、"続・発想法 KJ法の展開と応用"、中央公論社
- [2] 田中、青山、杉浦、古関、"マルチ知識表現のDTでの実現"、1992年度人工知能学会全国大会(第6回)論文集
- [3] 古関、田中、中茎、"知識獲得機能を持つ選択型問題解決ツール「DT」、情報処理学会第44回(平成4年前期)全国大会