

3D-5

第3世代ESシェル(ARES)における高次推論*

田中利一 岩政幹人 末田直道†

株式会社 東芝†

研究開発センター

1 はじめに

エキスパートシステム(ES)構築が困難な一つの理由として、知識獲得ボトルネックが上げられる。ARESでは、その支援の一つとしてタスクを特化することによって、知識獲得機構をサポートしている。従来型のESは専門家の断片的な経験知識を獲得し利用するものであった。一方、そのような知識を利用する代わりに、過去の事例を利用する方法、原理、原則を利用する方法などがある。前者を事例ベース推論(CBR¹)、後者をモデルベース推論(MBR²)と云う。我々は、これら推論方式を従来の経験知識を利用した演繹推論である知識ベース推論(KBR³)と区別するため高次推論と呼ぶことにする。ARESではCBR、MBRを利用したESを簡単に構築できる環境を高次推論シェルとして提供している。

2 高次推論シェルの位置付け

高次推論シェルはARESの核部分をベースに実装されている。タスク特化シェルはタスクを限定し高機能化を図っている。一方、推論核は汎用推論機構を提供している。高次推論シェルは、その中間に位置し、問題解決機構を提供している。図1は高次推論シェルの位置付けを示している。縦軸は構築容易性、横軸は、その幅で汎用性を示している。

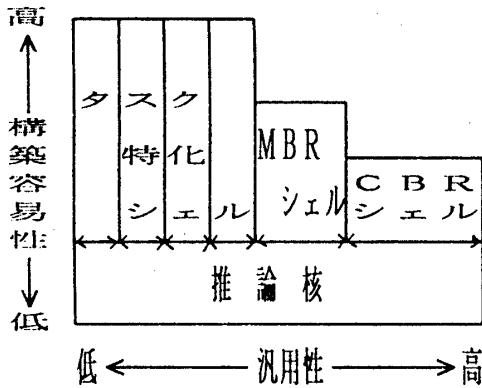


図1: 位置付け

3 CBRシェル

CBRは過去の事例を用いるため、事例情報が整備されている分野においては非常に有効な技術である。近年、応用システ

ムも報告されている[1, 2]。しかし、システムを構築するためには類似検索技術、類推技術など高度な技術を利用しなければならないため、かなりの専門知識を要する。本シェルはCBR応用システムを容易に構築できる環境を提供するものである。

3.1 基本思想

図1で示す様に、CBRシェルはタスクを特化しないで問題解決機構を提供している。従って、基本的にはシェル提供の基本枠組を利用すれば応用システムを容易に構築できるが、その問題特有にカスタマイズすることも容易に行なえる様な機構を提供する必要がある。図2にCBRシェルの構成を示す。

(1) 構築容易性

- 利用する知識の種類毎に専用エディタを提供する。
- 各知識に対してシェル側でデフォルト知識を用意し、システム構築者は問題個々の知識のみを入力すれば良い様にする。
- 事例ベース管理機構を提供する。

(2) カスタマイズ容易性

- CBR問題解決機構に必要な基本タスクを組み合わせる事でシステムが容易に構築できる。
- 一つの基本タスク(機能)を実現するために複数のライブラリの品揃えを行ない、その中から選択できるようにする。
- 基本タスクは入出力インタフェースを規定しているため、開発者独自の基本タスクを構築することができる。

(3) 高性能

- 専用事例ベース管理機構により、大量事例に対し高速に類似検索ができ、また複雑な問い合わせにも対応できる。

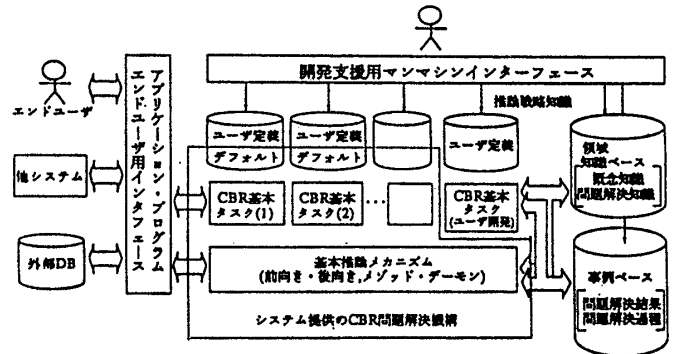


図2: CBRシェル構成

*Advanced Reasoning Method on 3rd Generation ES Shell(ARES)

†Toshikazu TANAKA, Mikito IWAMAS, Naomichi SUEDA

†TOSHIBA Corp.

¹Case Based Reasoning

²Model Based Reasoning

³Knowledge Based Reasoning

タスク	処理概要	入力	出力	利用知識
検索属性推論	特徴抽出・事例検索に用いる属性値を推論する	問題として入力された属性値	index 指定された属性の値	特徴抽出ルール
検索条件生成	厳密 index 指定された属性に検索条件を設定する	問題入力(入力・推論された属性値)	検索条件	検索条件生成ルール
検索条件緩和強化	検索結果により検索条件を調整する	問題入力と検索結果(事例数など)	調整された検索条件	検索条件緩和強化ルール
類似評価基準生成	類似評価基準(属性の重付け)を生成する	問題入力	類似評価基準	類似評価基準生成ルール
類似評価基準変更	検索結果により類似評価基準を調整する	問題入力と検索結果(類似度など)	調整された類似評価基準	類似評価基準変更ルール

表 1: 特徴抽出機能の基本タスク群

3.2 CBR シェルの機能概要

CBR の機能の特徴抽出機能、事例検索機能、事例修正機能の三つに大別する。これらの機能を構成する基本タスクを抽出し、この基本タスクを組み合わせるシステムを構成する。表 1 は特徴抽出機能の基本タスク群とその概略定義を示したものである。本シェルの提供している機能の主な特徴は以下の通りである。

(1) 特徴抽出機能：類似事例を検索するためには与えられた問題の特徴を定義する必要がある。その定義する言葉としてインデックス属性を与えている。従って、事例及び与えられた問題の基本情報はこのインデックス属性の値の集合で表現される。効率の良い類似検索を行なうためにインデックス属性には以下の 2 レベルがあり、システム構築時に設定する。

- 厳密インデックス：文字検索（概念階層での文字検索）に用いる。事例管理機構によって高速に検索される。
- 類似インデックス：属性値間の類似度（概念距離）、属性間の検索のための重み付けが評価される。

問題の特徴をうまく表現しているインデックス属性の値を設定し、事例検索機能により類似事例候補を検索する。また、類似事例候補が、少な過ぎたり多過ぎたりした場合は、検索条件の緩和や強化する機能を備えている。

(2) 事例検索機能：事例検索機能は、厳密検索、類似検索、詳細評価のタスクから成っている。図 3 に概念階層を用いた厳密検索の問合わせ例を示す。

```
(OR(AND(地域 is-a*(関東, 静岡))
(土地面積 (100, 200)))
(AND(地域 is-a( 2 3 区, 多摩地区))
(駐車場収容台数 [20, 40])))
```

図 3: 厳密検索問合わせ例

(3) 事例修正機能：事例修正はパラメトリック修正、構造修正、誘導修正等がある。本シェルでは、まず単一事例を用いたパラメトリック修正及び構造修正をサポートする。

4 MBR シェル

MBR は、専門家の断片的な経験知識を利用する代わりに、対象の機能、構造、因果などの知識（モデル知識）を利用する推論方式で、モデルベース診断 [3]、知識コンパイル [4, 5] など

のベースになっている。MBR シェルの基本思想は CBR シェルと同様で、構築容易性、カスタマイズ容易性を図るため、基本タスクの概念を導入する。

4.1 MBR シェルの機能概要

MBR シェルはモデル診断をターゲットとし以下の様な軸で問題分類を行なった。

- 扱う変数の種類：連続系/離散系
- 異常箇所：モデル内異常/モデル外異常
- 異常の種類：構成要素異常/トポロジ異常
- 時系列データ：有り/無し

問題の種類はこれら軸の値の組合せになる。今回 MBR シェルは以下の二つの問題に対応することにする。

(1) 離散型モデルベース診断問題：『離散系パラメータでモデル内要素異常、時系列無しの問題』として定式化する。この問題は例えばデジタル論理回路の診断問題等が対応する。機能としては以下のものがある。

- シミュレーション機能
- 伝播機能
- 矛盾検知機能
- 仮説管理機能
- 仮説検証機能

(2) 離散型診断トレース説明問題：『離散パラメータでモデル外要素異常、時系列データ有りの問題』として定式化する。この問題は例えばシーケンスコントローラのタイミング異常の説明問題である。モデル化されているのはシーケンスコントロールプログラムであり、このモデル内では決して故障はしない。外部センサ値の異常、または入力タイミングエラーで異常な制御をしてしまったことを説明しようとする問題である。機能としては以下のものがある。

- 伝播機能
- シミュレーション機能
- タイミング異常箇所同定機能
- タイミング異常原因候補の推定機能

5 おわりに

ARES の高次推論シェルである CBR シェル、MBR シェルについて、その概要を述べた。今後は、このシェルを利用した応用システムの開発を行ない、シェルを評価するとともに、さらに改良を進めて行く予定である。また、各基本タスクのライブラリを充実し、カスタマイズ容易性の向上を図りたい。

参考文献

- [1] 小林 重信. 事例ベース推論の現状と展望. 人工知能学会誌, 7(4):559-566, 1992.
- [2] 服部 雅一 他. 事例ベース推論による機械設計. 人工知能学会誌, 7(4):597-602, 1992.
- [3] M.Iwamasa, et al. Plant Diagnostic with Set Covering and Qualitative Causal Model. *Proc. of CAIA'92*, 60-66, 1992.
- [4] 山口高平 他. 対象モデルと故障モデルに基づく知識コンパイル I の構築と評価. 人工知能学会誌, 7(4), 663-674, 1992.
- [5] J.Suzuki, et al. A Diagnostic and Control Expert System Based on a Plant Model. *Proc. of FGCS'92*, 1099-1106, 1992.