

ARES<sup>TM</sup>/CBRの類似検索方式について\*

5J-6

稲葉 浩人 山尾 雅利

(株)東芝東京システムセンター†

田中 利一 小林 智恵子

(株)東芝研究開発センター‡

## 1 はじめに

事例ベース推論 (CBR: Case-Based Reasoning) は、過去の類似した問題解決事例の検索・修正により、新たな状況に柔軟に対処できる推論方式である。知識獲得ボトルネックの軽減、推論効率や推論精度の向上、運用時の学習効果などの利点があり、これまでも予測 [1]、計画 [2]、設計 [3] などの分野で CBR の有効性が確認されており、その積極的な利用が期待される。

CBR は、特徴抽出、事例検索、事例修正の流れで推論を行うが、CBR 技術に精通していない一般のシステムエンジニアが、これらの構成要素を設計するのは容易ではなく、CBR システムの構築環境が望まれる [4]。また、事例ベース管理機構のように CBR システムで共通に使える仕組み [5] を、個々のアプリケーションごとに開発するのは無駄である。そこで、われわれは、第三世代エキスパートシステム構築シェル ARES<sup>TM</sup> 上に、CBR シェル ARES/CBR を開発した [6]。

第2節では、ARES/CBR の検索面の機能概要を紹介し、第3節では、その背後にある考え方やシェルでのサポートを詳述する。

## 2 ARES/CBR の機能概要

ARES/CBR は、特定タスクに限定しない汎用性、基本機能の組み合わせの柔軟性、知識編集の容易性、カスタマイズ容易な拡張性を目指している。そのため、機能のまとまりを入出力・制御の点で定式化したもの (基本タスクと呼ぶ) と、それを実現するためのライブラリ関数の部品をシェルで提供することにより、CBR システム構築の効率化を図る方式を採用した。ARES/CBR の事例検索面の特徴としては、a) 複雑な構造を持つ事例の統一的な表現のサポート、b) 効率的な厳密検索と柔軟な類似検索の併用、c) 概念階層を中心とした検索知識の表現と利用がある。それぞれについて以下に詳述する。

**事例表現** 一般的に事例は、問題部と解答部からなる。問題部は、事例検索に際して頻りにアクセスされるので、

効率的なインデックス付けが重要である。一方、解答部は、利用すべき事例が決定されてからアクセスされ、その表現は問題のタイプによって大きく異なる。こうしたバリエーションを吸収し、統一的な事例表現を可能とするため、固定数の属性-値の組で表現されるスキーマの単独あるいは、木構造で事例を構成する方式をとった。

**事例検索** データベース検索のように論理的な検索条件式を満足する事例を検索する「厳密検索」と、問題と事例の間の類似度が最大の事例を選択する「類似検索」を提供する。これらを補完的に用いることにより、厳密検索で効率的に事例群を絞り込んだ後、類似検索で専門家の類似評価知識を反映した詳細な選別を行える。

**類似評価知識** ARES/CBR では、問題・事例とも属性-値の組で表現されるので、類似度としては、属性毎の問題・事例間類似度に、属性間の相対的な重要度を加味した評価式で表現できる。したがって、類似評価知識は、属性毎の類似度と、属性間の重要度となる。前者はテーブル形式や計算式で与えられる。ここで ARES/CBR の類似検索方式の大きな特徴は、類似度を定義している属性値に概念階層が定義されており、類似度はその階層構造からとり得る値をガイドされることである。

## 3 ARES/CBR の類似検索方式

本節では、ARES/CBR の類似検索方式の考え方や、類似検索知識の編集サポートについて詳述する。

**厳密検索における概念階層の効用** 属性値を概念階層で表現するメリットは、a) 検索条件をコンパクトあるいは曖昧に表現できること、b) 検索条件の緩和強化を記述できることの2点である。例えば、(and (地域 is-a 関東) (土地面積 [100,250])) といった検索条件を用いるが、“地域” 属性に関して、属性値が概念階層で表現されると東京、神奈川、埼玉…とすべてを検索条件に記述することなく “is-a 関東” とコンパクトに記述することが可能である。また、“is-a 関東” で検索した結果、事例数が極端に少なければ (多ければ)、値を本州 (東京) に変更し、検索条件を緩和強化できる。

\* Similarity Assessment Method of ARES<sup>TM</sup>/CBR

† Hiroto Inaba, Masatoshi Yamao: Tokyo S.C., Toshiba Corp.

‡ Toshikazu Tanaka, Chieko Kobayashi: R&amp;D Center, Toshiba Corp.

事例	事例	事例	事例	事例	事例
大阪	0.930	0.910	0.910	0.910	0.910
京都	0.920	0.920	0.910	0.910	0.910
兵庫	0.920	0.920	0.910	0.910	0.910
近畿その他	0.900	0.900	0.900	0.900	0.900

  

事例	事例	事例	事例	事例	事例
神奈川	0.950	1.000	0.950	0.900	0.900
千葉	0.920	0.920	1.000	0.950	0.900
埼玉	0.920	0.920	0.920	1.000	0.950
関東その他	0.900	0.900	0.900	0.950	1.000

図 1: 類似度テーブルエディタ

**概念階層つき類似度の編集** 属性値を概念階層で表現すると、概念階層全体の意味的なバランスや属性別類似度の整合性を考慮する必要がある。例えば、大阪と関東の類似度は、大阪と東京、神奈川、埼玉、千葉…との類似度の平均になっていることが望ましい場合がある。そこで、ARES/CBR では、階層的に構成される属性値間の属性別類似度を制約に基づいて整合性を保持する方法 [7] を採用している。

階層的に構成される属性値間の類似度の整合性は、類似度の伝搬方式 (比率伝搬 / 横レベル変更)、類似度の伝搬レベル (一段のみ / 最後まで)、類似度の伝搬方向 (上方 / 下方)、類似度の伝搬条件 (平均値 / 最大値 / 最小値)、類似度の制約条件 (概念階層からくる制約 / ドメイン特化の制約) で管理し、保持している。この方式は、ARES/CBR の知識編集用エディタの一つである「類似度テーブルエディタ」で実装されている (図 1)。

**厳密検索条件の自動生成** 類似検索ではすべての事例を検索対象にすると検索時間に莫大な時間がかかるという問題があるので、一般的には事例数を絞り込んでから類似検索を行う。しかし、事例数を絞り込むために用いられる検索条件の設定方法によっては、絞り込み時に類似検索すべき事例を漏らしてしまう可能性がある。

そこで、事例の絞り込みにはバランスの良い検索条件が必要不可欠である。この自動生成においては、属性間の相対的な重要度を考慮した上で、属性毎に事例のとり得る値の範囲を決定する必要がある。整合保持した類似評価知識を用いることにより、効果的な類似検索を可能にする [8]。この厳密検索条件の自動生成方式については、ARES/CBR のタスクライブラリの一つとして提供していきたい。

#### 4 あとがき

CBR は、過去の問題解決経験からの類推を行う高次推論方式で、設計、計画、予測など広範囲に利用できる。CBR を利用すると、知識獲得ボトルネックの軽減、および、推論効率や精度の向上、運用時の学習などの効果が得られる。ARES/CBR を利用することにより、CBR を適用したエキスパートシステムの開発に際して、システム提供のタスク・ライブラリの組み合わせにより、開発工数を大幅に削減できる。

類似事例の検索は CBR システムの成否を握っているが、ARES/CBR においては、概念階層により構造化された類似度テーブルを用いることを特徴としている。

- is-a 比較演算子により、厳密検索条件をコンパクトあるいは曖昧に表現できるとともに、検索条件の緩和強化レベルの表現も容易になる。
- 概念階層で構造化された類似度テーブルを編集するための専用エディタを提供した。制約伝搬や制約チェック機能により、ドメインごとの類似度の性質を反映した類似度設定を容易に行なえる。
- 属性間重要度を考慮したバランスのとれた厳密検索条件の自動生成が可能となる。これにより、重要な事例を漏らすことなく、効率的な検索を行なえる。

#### 参考文献

- [1] 小林智恵子他：予測問題への CBR 応用、人工知能学会第 6 回全国大会, pp.805-808 (1992).
- [2] 原裕淳他：配車計画問題への CBR の適用、人工知能学会第 7 回全国大会, pp.755-758 (1993).
- [3] 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, Vol.9, No.1, pp.82-90 (1994).
- [4] 河野毅他：CBR システムの構築環境、人工知能学会誌, Vol.9, No.1, pp.91-99 (1994).
- [5] 服部雅一他：事例ベース推論における事例ベース管理機構、人工知能学会第 7 回全大, pp.763-766 (1993).
- [6] 田中利一他：第 3 世代 ES シェル (ARES) における高次推論、情報処理学会第 46 回全国大会 3D-5 (1993).
- [7] 小林智恵子、田中利一：類似評価知識の整合保持に関する一考察、人工知能学会第 8 回全国大会, pp.77-80 (1994).
- [8] Toshikazu Tanaka, Chieko Kobayashi and Naomichi Sueda: Combining Strict Matching and Similarity Assessment for Retrieving Appropriate Cases Efficiently, JKJCES94, pp.93-98 (1994).