

# フレームを用いた RBR と CBR の統合モデル

1 P-4

渡辺 博芳<sup>†</sup>  
†帝京大学

奥田 健三<sup>‡</sup>  
‡作新学院大学

## 1 はじめに

ルールベース推論 (RBR) と事例ベース推論 (CBR) は相補的な関係にある。一方で、ルールも事例もある種の LHS と RHS から成り、推論エンジンも知識を選択してそれを適用するという点でこれらは非常に類似している。本稿では、このような RBR と CBR の類似性に着目してそれらを完全に統合する枠組みについて述べる。本モデルはルールと事例を全く同じ枠組みの上で扱うことを目指しており、それによって、知識がルールとして形式化されていない部分問題に対して事例を用いた推論で補完し、ルールが形式化された段階でルールを追加したり、例外を事例として追加して特別なケースに対処するなど、RBR と CBR の相互補完が容易に実現できることが期待される。

## 2 統合化の基本方針

(1) 知識表現の統合 ルールと事例の知識表現を比較すると、ルールの条件部と事例の問題記述、ルールの結論部と事例の解記述がそれぞれ対応することがわかる。そこで、前者を LHS、後者を RHS として表現の統合を図る。事例はフレーム形式で表現されることが多いので、ルールをフレームでうまく扱うことができれば、表現を統一できる。フレーム形式でルールと事例を表現するために、判断に関する知識を表すフレームを定義する。このフレームを kframe(knowledge frame) と呼ぶことにする。kframe は、goal, name, lower-priority-than, LHS, RHS などのスロットを持つ。goal はその知識が解決しようとする問題、具体的には値を求めようとするスロット名である。lower-priority-than は、当該 kframe よりも優先される kframe の識別子を表す。ルール間の競合の解消を行う手法としてルールの重要度をあらかじめ与えておく方法があるが、ここでは必要に応じてルールの重要度を相対的に指定する。個々

のスロットには次のファセットを指定できる。

- 類似度の計算のための weight.
- スロットの照合要求 (perfect または, similar).
- not, =, <, >, >=, <= などの operator.
- サブフレームの照合戦略 (5(1) 参照).
- サブフレームの適用戦略 (5(2) 参照).
- if-needed デーモン名.

(2) 推論エンジンの統合 CBR の推論エンジンはシステムによって大きく異なるが、知識と問題の照合をとる過程 (recognize-cycle) と知識を適用する過程 (act-cycle) の二つに大きく分けるとすれば、CBR の推論エンジンのうち、問題解析や事例検索は前者に、事例の修正や適用は後者に対応する。本モデルでは、認識-行動サイクルのような基本となる推論のサイクルを定義し、問題を解決するか、問題解決の失敗が明らかになるまで繰り返す。

RBR では前向き推論と後向き推論があるが、本モデル推論法 (図 1) はそれら両方を含んでいる。各 kframe にその kframe が解決しようとする問題名 (スロット名) を目標として与えておき、ある問題が与えられた時、その問題を目標とする複数の kframe の間で前向き推論を行う。そして、LHS の照合中や RHS の適用中に値のわからないスロットが存在すれば、そのスロット名を副目標とし、それを目標に持つ kframe を用いて推論を再帰的に行う。通常、後向き推論では目標を RHS に持つルールが選択されるが、本モデルでは目標は必ずしも RHS に一致しない。すなわち、本モデルにおいて、知識ベース内のすべての知識について目標と RHS が一致すれば後向き推論と等しく、すべての知識が同一の目標を持てば前向き推論に等しい。

ルールと事例を用いる推論では、ルールと事例の両方が適用可能なとき、どちらを優先するかという議論が生じるが、これは領域に依存した問題と考えられる。そこで、どちらも実現可能な枠組みだけを提案し、実際の戦略は個々の応用システムにまかせる。本モデルでは、ルール、事例に関わらず、問題との類似度を計算して、類似度が大きい方を優先する。

A Model for Integrating RBR and CBR Using Frame System.

<sup>†</sup>Hiro Yoshi Watanabe Teikyo University.

<sup>‡</sup>Kenzo Okuda Sakushingakuin University.

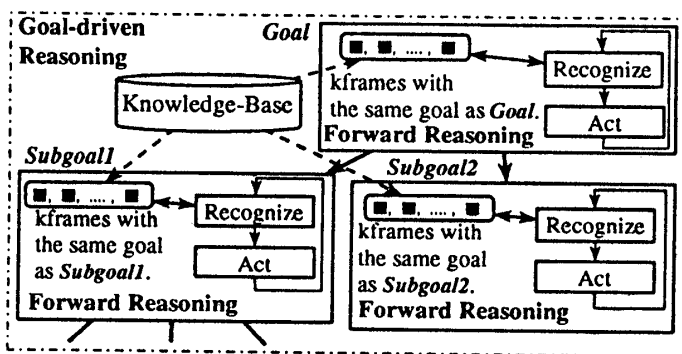


図1 推論処理の概要

### 3 推論エンジンの処理内容

本モデルでは、問題解決をあるフレームのあるスロットの値を求めることと定義する。本モデルの問題解決器は、もしそのスロットに if-needed デモンが存在すればそれを用い、存在しない場合に推論エンジンを呼び出す。推論エンジンの処理を次に示す。

```

Infer( goal, pframe ){
  value := NULL;
  while value = NULL do{
    cklist := GetKnowledge( goal);
    repeat {
      SolveSubproblem( cklist, pframe);
      cklist := SortKnowledge( cklist, pframe);
      kframe := GetTop( cklist);
      cklist := Remove( cklist, kframe);
      result := Match( kframe, pframe);
    } until result = True or cklist = NULL;
    if cklist = NULL then return( NULL);
    if result = True then
      value := ApplyKnowledge( goal, kframe,
        pframe);
  }
  return( value);
}

```

まず、GetKnowledge() では目標が goal と等しい kframe を cklist に得る。次に SolveSubproblem() で、cklist 内の kframe の LHS が参照するスロット値が pframe に存在しない場合に、4. で述べる戦略に応じてそのスロット値を求める。SortKnowledge() では cklist 内の各 kframe と pframe に対して簡易な予備照合を行い、類似度 [1] を計算し、cklist を整列化する。その後、選択した kframe と pframe の詳細な照合が成功した場合、kframe の RHS を問題に適用する。

### 4 予備照合の戦略

予備照合の戦略は深さ優先戦略と幅優先戦略がある。SolveSubproblem() ではまず、cklist に属する各 kframe の LHS の各スロットについてそのスロットを参照する kframe の数  $K_{refer}$  をカウントする。そして、

$cklist$  の知識の数を  $K_{total}$  とすると、 $pframe$  で値の得られていないスロットのうち、

$$K_{refer}/K_{total} > r \quad (0 \leq r \leq 1.0) \quad (1)$$

であるようなスロットを副目標として、問題解決器を再帰的に呼び出し、その値を求める。ここで  $r$  の値により戦略を決定できる。すなわち、 $r = 1.0$  のとき、ここで副問題の解決は全く行われないので、深さ優先探索となる。また、 $r = 0$  のとき、未解決のスロット値をすべて求めるので、幅優先探索となる。幅優先戦略ではルールが優先され、深さ優先戦略では事例が優先される傾向がある。ここで解決されなかった副問題は詳細な照合を行うときに解決される。

### 5 サブフレームの照合戦略と適用戦略

(1) 照合戦略 戦略 match は、知識のサブフレームと問題のサブフレームを上で述べた方法に従って、再帰的に照合をとる。戦略 retrieve は、知識のサブフレームのスロット値を満たすようなフレームを検索し、存在すれば照合は成功する。知識のサブフレームに値の決まっていない変数があれば、検索で得たフレームとの照合により、単一化される。戦略 generate は、知識のサブフレームの値のスロットのうち、単一化された変数を用いて新しくフレームを作成した後、そのフレームと知識のサブフレームの照合をとる。

(2) 適用戦略 知識の適用は、kframe の RHS フレームのスロットとその値の組を問題 pframe に登録することである。適用戦略 perform は、action クラスのフレームを実行する。action クラスのフレームは、スロットの削除、pframe 以外のフレームへのスロットの登録などを行う手続きフレームである。適用戦略 generate は問題に対して知識と同様のフレームを新たに作成する。適用戦略 retrieve は、知識のフレームのスロット値を用いて問題のためのフレームを検索によって得る。

### 6 おわりに

本モデルは簡単な診断問題に対して動作を確認した [1]。更にサブフレームの照合・適用戦略の拡張により、より複雑なルールも実現可能となった。現在、電力系統事故時復旧問題に応用して実験を行っている。

### 参考文献

- [1] 渡辺, 奥田: ルールベース推論と事例ベース推論の統合化の一手法, 情処学研報, AI-97-2(1994).