

5K-2

PSI 上のエキスパート・システム 開発支援ツール (2)

- 対象表現部 -

久保野 秀雄、沢本 潤、永井 保夫、岩下 安男 (財)新世代コンピュータ技術開発機構
進藤 静一 (株)三菱電機

1. はじめに

エキスパート・システムに於て、問題解決の際に扱われる問題領域、対象の表現手法として、対象の構造の見通しの良いフレーム型の表現言語が有る。PROTONの対象表現環境、Fact/Model representing Environment (以下、FMEと呼ぶ)は、フレーム型の表現形式を基本とし、構成要素の状態と構成要素間の関係に依って、対象を表現・操作する環境である。以下に、FMEの構造、対象の表現及び機能について説明する。

2. FMEの構造

ユーザーの設定する対象は、予め設定されたテンプレートをを用いて生成された実体群として、Working Memory (以下、WMと呼ぶ)上に表現される。対象の設定、変更等は、WMの管理機構であるWorking Memory Mangement System (以下、WMMSと呼ぶ)を介して行われる。

対象の表現に先立って、構成要素及び関係の内包的定義となるテンプレートを設定しなければならない。要素テンプレート(以下、TEと呼ぶ)、関係テンプレート(以下、TRと呼ぶ)は共にフレーム型の表現形態を採っている。各テンプレートの具体化に依って生成される各実体は、そのテンプレートに依って管理される。(図1.参照)

3. 要素表現

TEは凡そ、テンプレート名とその親テンプレート名(複数可)、及び一群の属性-属性値から構成される。各属性には、デフォルト値として、数値、文字列の他に、その値の検索、更新の際に起動されるデーモンの記述が出来る。以下に、TE表現の特徴を示す。

継承、包含関係

継承機構は、対象の表現に当たって採用しているテンプレートの階層性に絡んだメカニズムであり、要素実体及び関係実体の何れにも関係してくる。エキスパート・システム構築上、多用される属性継承、実体リンクについては、FMEで、**super**、**has-part**という形で予め用意している。TEの属性継承では、**super**定義にあるテンプレート間で、属性に関する情報の継承が、ファセット単位に行われる。尚、TRでの継承は、制約条件、意味情報、置換式情報毎に行われる。子で当該情報の明示が為されている場合には、その情報が上書きされる。親は複数なっても良いが、その定義順に縦型探索が行われる。親にその属性が存在した場合、探索は打ち切られる。

包含関係は、**has-part**定義に依る実体リンクに依って実現する。**has-part**定義中に、実体生成情報が設定されている時には、当該TE依り生成される実体に、生成情報に従った実体が付加される。**has-part**定義の実体が消去された際には、アクセスはエラーとなる。共に定義情報の参照が可能である。即ち、**super**に関しては、任意の概念に於て、その上位概念の上位概念は、その上位概念であり、**has-part**に関しては、任意の実体に於て、その部分実体の部分実体は、その部分実体である。

付加手続き

対象には、要素テンプレート・レベルで属性ごとに、固有の付加手続きが記述出来る。付加手続きは、当該属性へのアクセス、もしくはそれを含む実体の生成が為された時

に起動され、一連の手続き若しくはユーザーからの応答に依って、Valueの検証若しくは設定・修正を行う。この手続きは、以下の3つの場合に大別される。

- 属性値が、何らかの制約条件を持つ。
- 属性が、他の属性に束縛されている。
- 属性値が、予め設定出来ない。

Valueの制約条件チェックは、属性値の変更時に実行される。チェック結果がエラーの際、付加手続きで例外処理が指定されていれば、その手続きを行う。

付加手続きの処理の優先度はデフォルト値の設定よりも高く、継承関係が有る場合には、自分を含めて、最も身近な手続きから行い、成功した段階で残りの手続きは、放棄される。付加手続き中での当該実体の属性値指定は、当該属性名を直接埋め込むだけで良い。Multiple Valueの場合は、括弧付きで位置指定を行う。その実体に包含されている実体の属性値指定も可能である。包含されている下位実体に、更に下位の实体参照用の便宜的な属性を扶む事に依り、包含関係にある任意段下位の实体の情報を、付加手続きを用いて活用出来る。また、予約語 **u-set** を設定した場合には、当該実体の全属性とその値がウインドウに提示されると同時に、当該属性の値の更新がユーザーに要求される。(図2.参照)

4. 要素間の関係表現

TRは凡そ、テンプレート名と関係の意味情報及び一群の置換式から構成される。各TRより生成される関係実体は、TEより生成される要素実体間の関係を表現する。以下に、TR表現の特徴を示す。

任意項関係の定義

対象内要素実体の関係は、関係定義のテンプレートからの実体の生成、及びその実体の修正、削除に依って定義される。関係実体の適用範囲は2項関係に留まらず、任意項の関係を表現し得る。FMEでは、任意項関係の記述の冗長性を排除する為に、関係を1つの実体として、引数となる要素実体の外に設定している。関係実体生成時に、テンプレートで規定される引数に、要素実体名が設定され、ルールのマッチング・パターンでは、その引数リスト内の引数の位置で、関係内の要素実体を同定し得る。

関係の意味の定義

ここで定義された要素間の関係実体は、要素実体間に単にある関係名称を割り振るのではない。その関係の意味付けを定義出来る。意味情報は、当該関係実体に依ってリンクされた要素実体間の、属性レベルでの対応関係定義用デーモンである。記述は、述語形式を取る。引数に対応する要素実体の当該属性がアクセスされた時に起動され、残りの要素実体の当該属性に、制約条件チェックが掛けられる以前に、副作用を引き起こす。推論過程で引数となっている要素実体に属性レベルで変更が行われても、関係の意味に従って、引数となっている要素実体間での関係を保証する。

等価関係の組合わせ情報の定義

関係実体の記述レベルは、Prologでの変数のないヘッド程度に過ぎないが、テンプレートに記述された置換式に

Expert System Shell on PSI (2) ~ Fact/Model representing Environment ~

H. Kubono, J. Sawamoto, Y. Nagai, Y. Iwashita, S. Shindou (*)

ICOT, (*) Mitsubishi Electric Corporation

依って、検索要求の出された関係が、単一の実体として存在しない場合でも、実体の組み合わせに依って、要求された関係の検索が可能となっている。この組み合わせでは、AND-OR 結合を実現している。(図3. 参照)

5. 機能

WM上に設定される対象を操作するに当たって、幾つかの有効な機能をFMEは用意している。以下に、その機能について説明する。

実体の生成、変更、削除

対象は、要素及び関係定義のテンプレートの具体化に依って実現され、WM上に格納される。生成された各実体には、WM内での生成時点を示すタイム・タグと呼ばれる実体識別子が自動的に付与される。タイム・タグは、実体の更新の際にも、その時点でのWM内で最新のものに変更される。この識別子は、発火可能なルール群の競合解消時に使用される。要素実体の生成に際しては、各属性にテンプレートに記述されたデフォルト値が初期設定される。デフォルト値の設定が無い場合には、属性値には、ストリング"null"が設定され、当該属性値を参照した場合、マッチング用の変数は、束縛されない。推論過程での対象の変更結果は、要素実体の属性に関する情報、及び要素間に設定されている関係実体の追加、変更、削除に依って表現される。

実体の探索

ルールからの或るパターンを持つ実体の探索要求に対して、FMEはタイム・タグ情報を参照して、WM内の最新の実体から探索していく。その際に、要求実体のテンプレートが既知であれば、テンプレートを指定する事に依り、探索範囲の絞り込みを行う。これに依り、探索処理の高速化が図れる。当該テンプレート上に存在しない場合には、その下位のテンプレート群から該当する実体を探索する。その為に、FMEはWM内のファクト・テンプレートの階層情報を管理している。

関係実体の探索に関しては、更に置換式に絡んだ処理メカニズムを用意している。任意の要素実体間(要素実体の個数 > 0)に関する任意の関係の探索要求に対して、該当する関係実体が存在しない場合、当該関係テンプレートは、予め設定された置換式に基づいて、FMEへ探索要求の出された関係と等価な関係の組み合わせの探索を要求する。組み合わせられた関係に関しても実体が存在しない場合には、更にその関係と等価な関係の組み合わせの探索が行われる。

このように、FMEは、要求された関係を検証するまで関係の組み合わせを展開する。その際問題となるのは、探索のループである。関係の組み合わせが展開されていく過程で、既に該当する実体の無い事が明らかにされた関係への探索要求が発生した場合、そのままでは探索経路が無限に延びてしまう。FMEは、それを回避する為に、探索経路を常に監視し、既に該当する実体の無い事が明らかにされた関係への探索要求が発生した場合、その要求をFAILさせバックトラックを行う。この関係の探索処理の際には、その関係と等価な如何なる関係の組み合わせに依っても、その関係が存在しない時に、下位の関係を探索する。

6. 今後の課題

実体内部での手続きの他に、実体間での情報の様々な処理形態が考えられる。FMEでは、階層的モデリング、通信環境の実現を検討している。

【参考文献】

- [1] 沢本等、「PSI上のエキスパート・システム開発支援ツール (1)」、第33回情報処理全国大会 5K-1
 [3] 永井等、「PSI上のエキスパート・システム開発支援ツール (3)」、第33回情報処理全国大会 5K-3

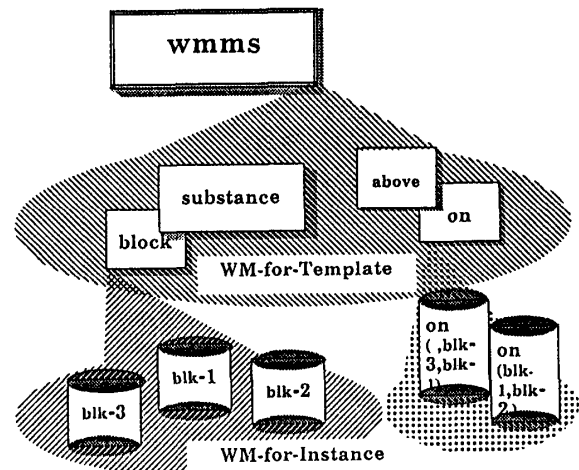


図 1. FMEの構成概略

```
te steel-block-with-bar
super
block
attrib
material default "steel" &
grav default 5 &
weight
if-gotten, arbit, before
weight
<- grav * (size,1) * (size,2) * (size,3)
has-part
bar { bar: (material, "steel") }
end.
```

図 2. TE外部表現例

```
tr on
super
above, contact
restrict2(1, substance)(2, substance):
(1, position-z) >= (2, position-z)
interpret (1, position-z, new)
<- (2, position-z, new)
+((1, position-z, old) - (2, position-z, old))
interpret (2, position-z, new)
<- (1, position-z, new)
+((2, position-z, old) - (1, position-z, old))
on ([upper, lower])
subst
above ([upper, lower]) &
contact ([upper, lower])
or
on ([upper, lower])
subst
under ([lower, upper])
end.
```

図 3. TR外部表現例