

フレーム型知識表現環境ZEROへのプロダクション・システムの付加

5H-9

吉村 貞徳 · 堂前 慶之 · 小嶋 聰 · 上野 晴樹
東京電機大学 理工学部1.はじめに

知識工学の分野において、知識表現の問題はシステム構築上の重要な問題点である。知識表現には、述語論理、意味ネットワーク、プロダクション・システム、フレーム・モデルなどの表現モデルがある。それらのモデルのうち、我々はフレーム・モデルに基づく知識表現環境ZEROの研究・開発を行なっている。ZEROは、汎用的な知識工学の研究開発ツールとして作られたフレーム型システムである。現在、当研究室でZEROを利用した各種のアプリケーションが開発されている。だが、ユーザは、各々が推論機構をLISPで作成している。ユーザは推論機構の追加、修正などにLISP関数を直接取り扱っているために、負担がかかっている。そこで、ユーザの負担を軽減するために、プロダクション・システム（以下PS）をZEROに導入した。本稿は、知識表現環境ZEROへ、ユーザの負担を軽減するために導入したPSの報告である。

2.プロダクション・システムの機能

PSは、推論機構があり、かつルールの形式が他の表現方法と比べて比較的分かりやすく、記述しやすいため、ユーザは、推論のための知識を編集するのが容易になる。以下にその概念を示す。

まず、ZEROの知識ベースについて簡単に述べる。これは、複数のフレームで構成され、各フレームはIS-A関係の階層構造になっているシステムである。継承はこのIS-Aリンクによって行われる。各フレームは、複数のスロットで構成される。さらに、各スロットは、8個のフィールドで構成されている。

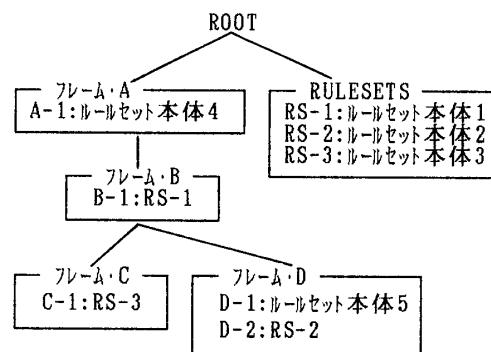
したがって、ZEROに付加されるPSがLISPを補う働きをするには、継承リンクの階層構造およびフレーム、スロット、フィールドの三重構造になっているデータをアクセスできること、そして、データどうしのマッチングを行なえることが条件となる。これは、ルール中のコンディション部で、階層構造の探索やリスト処理を行うことで可能にした。以上のこと考慮して、以下の記述に基づいたPSを作成した。

- ①ZEROに対してPSが推論方法の一つとして付加される。
- ②ZEROのフレーム・システムをPSのデータ・ベースとして利用する。
- ③推論方式は前向きとし、ファースト・マッチにより適合したルールの行動部を実行する。
- ④本PSは、attached procedures、attached clauses

[Ito,Ueno 1988]と同様、attached rulesとしてフレームに結合され、メッセージ・パッシングにより起動できる。

⑤付加するフレームの、あるスロットのスロット値としてルール・セット名が記述され、ルール・セット本体はRULESETSフレームに格納される。また、スロット値としてルール・セット本体を記述することもできる[Imai 1988]（図1）。

⑥登録しているフレームを全数探索するという無駄を避けるために、探索を一部の階層に限る（スコープを限定する）機能を持つ。これは、ある親フレーム以下の子孫フレームだけをマッチングの対象にして、他のフレームは見ない機能である。



1* RS-□ は、ルール・セット名。

2* A-1:ルールセット本体4 は、A-1スロットにルールセットの本体4が入っていることを示す。

3* B-1:RS-1 は、B-1スロットにRS-1という名前だけが入っていることを示す。

図1:ユーザフレームとRULESETSフレーム

3.システム構成

PSの構成は、現在、ルールのエディタと推論機構であるインタプリタおよびフレーム操作用の関数から構成されている。

◆エディタは、ルールがユーザにとって編集しやすいものにする目的で設けられており、ルール・セット（ルールの集まり）単位の編集、ルール単位の編集、コンディション部（LHS）の編集、アクション部（RHS）の編集、が順次あるいは並行して行えるようになっている。

◆インタプリタは、前向き型推論（データ駆動型）方

"Production System embedded in

ZERO : Frame-Based Knowledge Representation System"

Sadanori YOSIMURA, Yosiyuki DOUMAE, Satoshi KOJIMA, Haruki UENO
Toukyou Denki Univ.

式で、競合解消はファースト・マッチを採用している。

[Yosimura 1985][Kobayashi 1985]

◆フレーム操作用の関数は、ルールのアクション部に用いる。図2にこれらとZEROとの関係を示す。

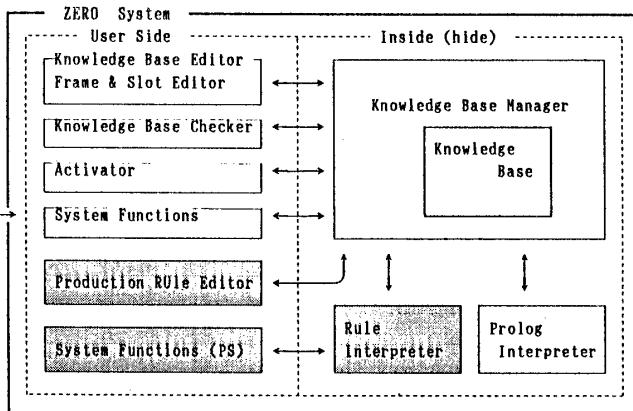


図2:ZEROシステムとPSの関係

4. 実行結果

ここではPSシステムの動作を確認するために、データをフレームに記述し、インタプリタを実行した結果を示す。モデルは、【サルとバナナ】である。その階層図は図3で中のルールの例は図4、そして実行結果は図5である。以下のように動作は良好であった。

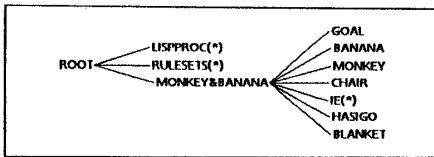


図3【サルとバナナ】の階層図

```

frame_name : RULESETS frame_type : INSTANCE
A-kind-of FRAME ROOT
DESCENDENTS BTRLIST NIL
Creation-Date BTRLIST "This is a RULESETS frame."
Created-by BTRLIST ("DJKUKRYHTO" "17-Feb-88 21:45:58")
Modified-by BTRLIST ("DJKUKRYHTO" "19-Feb-88 17:05:03")
888 RULEBODY {((R-1 ((BANANA +POSITION ?POS +ON TENJO)
                  (MONKEY +POSITION ?POS +ON FLOOR +HAVE CHAIR)
                  ...
                  ((SET-VALUE# (QUOTE POSITION)
                  (QUOTE MONKEY)
                  (QUOTE NIL))
                  ((SET-VALUE# (QUOTE POSITION)
                  (QUOTE CHAIR)
                  (QUOTE NIL))
                  (PRINT (QUOTE MATCHED-RULE:R-5)))
                  (PRINT "サルが木登りでバナナの位置=移動しました"))
                  (R-7 ((GOAL +2 BANANA)
                  (BANANA +POSITION ?POS +ON TENJO)
                  (MONKEY +POSITION ?POS +ON FLOOR +HAVE NIL)
                  (CHAIR +POSITION ?POS +ON FLOOR)
                  ...
                  ((SET-VALUE# (QUOTE ON)
                  (QUOTE MONKEY)
                  (QUOTE NIL))
                  ((SET-VALUE# (QUOTE POSITION)
                  (QUOTE CHAIR)
                  (QUOTE NIL))
                  (PRINT (QUOTE MATCHED-RULE:R-6)))
                  (PRINT "サルが椅子の上に座りました"))
                  (R-8 ((GOAL +2 BANANA)
                  (BANANA +POSITION ?POS +ON TENJO)
                  (MONKEY +POSITION ?POS +ON CHAIR +HAVE NIL)
                  (CHAIR +POSITION ?POS +ON FLOOR)
                  ...
                  ((SET-VALUE# (QUOTE HAVE)

```

図4【サルとバナナ】のルールの例

```

MATCHED-RULE:R-1
"サルが床に下りようとしています"
MATCHED-RULE:R-2
"サルが床に下りました"
MATCHED-RULE:R-3
"サルがバナナの位置に行こうとしています"
MATCHED-RULE:R-4
"サルが毛布を持って移動しました"
MATCHED-RULE:R-7
"サルは毛布をもっているのでバナナは取れません"
MATCHED-RULE:R-10
"サルは毛布を置きました"
MATCHED-RULE:R-12
"サルはハシゴに乗っていないのでバナナは取れません"
MATCHED-RULE:R-13
"サルはハシゴを取りたいこうとしています"
MATCHED-RULE:R-14
"サルは移動しました"
MATCHED-RULE:R-15
"サルはハシゴを持ちました"
MATCHED-RULE:R-3
"サルがバナナの位置に行こうとしています"
MATCHED-RULE:R-6
"サルがハシゴを持って移動しました"
MATCHED-RULE:R-9
"サルはハシゴをもっているのでバナナは取れません"
MATCHED-RULE:R-11
"サルはハシゴを置きました"
MATCHED-RULE:R-16
"サルはハシゴに乗りようとしています"
MATCHED-RULE:R-17
"サルはハシゴに乗りました"
MATCHED-RULE:R-22
"サルはバナナを取ることができました"

```

図5:実行結果

5. 結び

本研究及び開発は、PSを使用することによって、ユーザにとって容易に手続きおよび推論のための知識を記述できるようにすることである。したがって、記述は、明確で簡潔であるが、フレームの操作に関しては、LISPプログラムと同等の処理ができるPSにすることができるようインタプリタ、エディタ、ルールの書式を改善していく。

《参考文献》

- [Ito,Ueno 1988]伊藤秀昭,上野晴樹：フレーム型知識表現システムZEROにおける付加手続きとしてのProlog ; 人工知能学会誌 Vol.3 No.3
- [Imai 1988]今井健志,上野晴樹：フレーム型汎用知識工学環境の開発・研究～ヒューマン・インターフェースからのアプローチ～；88年修士論文(東京電機大学)
- [Yosimura 1985]吉村紀美：ルール・ベース・エキスパート・システム構築ツールの「基本形」OPS5；日経コンピュータ別冊 11 Nov. 85 日経マグロウヒル
- [Kobayashi 1985]：プロダクションシステム；情報処理学会誌Vol.26 No.12 (Dec. 85)