

知識処理ソフトウェアEUREKAによる
エキスパートシステムの構築技法

6K-4

増位 庄一 田野 俊一 船橋 誠壽
(株)日立製作所 システム開発研究所

1. はじめに

知識処理ソフトウェアEUREKA(Electronic Understanding and Reasoning by Knowledge Activation)[1][2]は、プロダクションシステムとオブジェクト指向プログラミングを融合したハイブリッドタイプの知識処理ツールである。本論文では、その記述要素であるメタルール、ルール、オブジェクトそれぞれのセマンティックスを示し、そのセマンティックスに沿ったエキスパートシステム構築技法のいくつかについて述べる。

2. EUREKAの知識表現

システム制御分野のエキスパートシステム構築のためには、図1に示すように、対象プラントに関する知識とその対象に関する制御知識(ノウハウ、経験を含む)を適切な形で表現しなければならない。

対象知識には、その対象の状態(データ)とその対象の動作(プログラム)の2種類がある。これらデータやプログラム知識は、機器や装置という具体的な'もの'の中に分散的に配置されている。この'もの'のイメージを計算機内に実現できれば、エキスパートの持つ制御ノウハウをそのままの形で利用できる。EUREKAでは、分散化された知識構造の表現に適したオブジェクト指向概念[3]を、対象プラントを記述するために用いる。オブジェクトは、機器や装置などエキスパートが捉えている'もの'に対応し、各'もの'の状態がスロットデータとして、'もの'の動作がメソッドとして記述される。システム制御応用としてのEUREKAオブジェクト記述の特徴は、インスタンスオブジェクトの静的定義の許容である。これは、インスタンスオブジェクトを機器、装置という現実存在する'もの'に対応させたことに起因する。

一方、ノウハウ、経験を含む制御対象に関する制御知識には、「もし~ならば(条件部)、~である(実行部)」のプロダクションルール形式[4]を採用している。ノウハウ等の未整理の知識の表現には各知識が単体として個々に独立評価可能なものが必要であり、ルール形式は最適である。EUREKAでは、ルールの条件部に前述のオブジェクトの状況がそのルールの実行を引き起こす条件として記述される。一方実行部には、オブジェクトへのメソッド実行指示が、メッセージの形式で記述される。これは、対象プラントの状況を観測して、不具合があると制御指令をだすという制御エキスパートの基本的制御行動を模倣したものである。システム制御のための知識処理(推論)の形式としては上記のようなルールセマンティックスを前提した場合、データ駆動型の前向き推論方式が適しているとの判断から、EUREKAの推論を前向き主体とした。

ルール形式は、未整理知識をランダムに記述するのに適しているが、知識の整理が進み、実際に適用可能な知識体系となる過程では、ルールの(群としての)適用順序制御が必要となってくる。しかしルール形式のみでは、知識の適用順序を指定するのが難しい。そこで、EUREKAでは知識の適用順序を制御するメタルール記述とその処理機能を提供している[5]。以上述べたEUREKAの知識表現のセマンティックスを図1に示す。

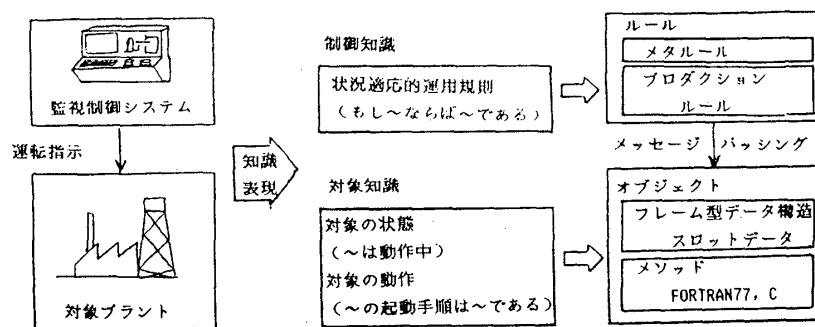


図1 EUREKAの知識表現のセマンティックス

3. EUREKAによるエキスパートシステムの構築

EUREKAによるエキスパートシステムの基本アーキテクチャは、オブジェクトによりプラントのシミュレータを構成し、そのシミュレータに対するエキスパートの制御指示をルールにより記述するものである。EUREKAのエキスパートシステムへの適用形態は、次の3種類である。

(1) システム制御用エキスパートシステム構築ツール

システム制御の分野では、ルールとオブジェクトの役割をどの様に設定するかにより次の様な形態をとりうる。

①フレキシブルソフトウェア：オブジェクトをサブルーチンプログラムとし、そのメインプログラムをルール記述すれば、ソフトウェア記述のフレキシビリティが高められる。既存プログラムのオブジェクト化によりプログラムの抽象度が高まり、実行時にオブジェクトに記述されているプログラムの内容により、実行すべきプログラムを選択することなども可能となる。

②シミュレータツール：オブジェクトにより、対象システムの各構成機器の状態、機能、結合状態等を記述し、ルールによって記述された制御ノウハウの実行によるシステムの動作の適否を判定する。これは、制御ノウハウの有効性を事前検討するのに適しているほか、フィードフォワードモデルとしても利用可能である。このシミュレータ的利用形態においては、対象プラントの構成が確定している場合には、アクティブ属性(デーモン)機能を用いてシミュレータ全体をオブジェクトの集合として記述することができる。構成機器の変更が生じ得る場合には、オブジェクト記述はデータ表現のみにとどめ、シミュレータ動作を規定する部分をルールで記述することにより、柔軟性を高めることもできる。

③制御方式記述ツール：制御に必要なデータをスロットで、手順の確定した制御手続きをメソッドとして、更に手順が未確定な制御知識をルールで記述する。この利用法の特徴は、ルール記述をアルゴリズム発見のための過渡的手段と捉えることにある。即ち、断片的な制御ノウハウの集大成の場としてEUREKAを用い、その過程で確定的手順を見出し、メソッド化を図る。これにより、リアルタイム適応上の問題が回避でき、知識の完全性を高めることができる。

(2) 汎用エキスパートシステム構築ツール

EUREKAは、オブジェクトを一時的作業領域としてのワーキングメモリと見なすと、推論規則を記述したルールを処理する前進型推論機構を持つプロダクションシステムとしての用いことができる。この利用方法でのEUREKAの特徴は、①ルール記述の高度性：単なる文字列マッチングでなく、変数表現、二項演算を含む条件設定が可能、②既存プログラム(FORTRAN, C)との接続性：システムが準備した推論用システムメソッドの呼び出しとユーザ記述のメソッドの呼び出しが同一形式で可能、③オブジェクト指向表現によるワーキングメモリの構造化可能、④知識処理の高速度[6]：2MIPSの制御用スーパーミニコンで、約160rule/sec、であり、データ駆動形式の実用的エキスパートシステムを短期間に構築可能である。ゴール駆動形式のエキスパートシステム開発に利用する場合、その知識表現に若干の工夫が必要となるが、MYCINのような全数探索を前提としない限りにおいては、記述工数はそれ程は変わらない。

(3) フレームシステム構築ツール

オブジェクトをフレーム型データ構造とみなし、ルール記述によって、そのスロットの意味解釈を行わせることにより、フレームシステムとしてEUREKAを用いることが可能となる。この場合既存のフレームシステムに比して、推論制御をルールで記述できるため、柔軟性が高まり、システムのプロトタイプ構築に有利となる。例えば、オブジェクト間の階層関係は、AKOスロットを設け、このスロットの意味解析を行うルールを記述することにより、容易に実現可能である。

4. おわりに

知識処理ソフトウェアEUREKAの適用方法について考察した。これらの利用方法は、いずれも実用規模あるいは試行実験においてその可能性を実証済みのものである。今後も、エキスパートシステムの実用化に関する方法論の開発に努力していきたい。

参考文献

- [1] 増位ほか：29回情報処理全大6Q-5 [2] 増位ほか：30回情報処理全大2N-6
- [3] 和田：算体主導型プログラミング；数学セミナー22-2(1983)
- [4] 辻井：プロダクションシステムとその応用；情報処理20-8(1979)
- [5] 増位ほか：31回情報処理全大5M-8 [6] 田野ほか：31回情報処理全大5M-7