

SOFTWARE INFORMATION INDEX BOX

エキスパート・システム用 ソフトウェアの展望

玉井 哲雄

株式会社三菱総合研究所 人工知能開発室長

1 エキスパート・システムの現状

人工知能 (AI) ブームである。ジャーナリズムで取り上げられる新技術の主役の交替は、めまぐるしい。この数年の間に、たとえばバイオ、OA、ニューメディアなどが登場した。

現在の AI ブームの中心は、エキスパート・システムである。エキスパート・システムとは、エキスパートの持つ知識や判断力を、コンピュータ上のシステムとして実現するものである。そこでは、高度に専門的な判断や推論に用いられる知識を取り扱う技術として、AI を背景とした知識工学がクローズアップされる。

エキスパート・システムの持つ主な特徴は、次の通りである。

- ① AI における記号処理、推論、探索、ヒューリスティックスなどの典型的な手段を駆使する。
- ② 限定した問題領域を対象とし、そこでの固有の知識を利用する。
- ③ あいまいさを含む知識を取り扱う。
- ④ 知識と問題解決の手續きとが、分離されて

いる。

- ⑤ システムが行う判断に関し、システム自身が、そこに至る過程、理由を説明する能力を持つ。

このようなエキスパート・システムを実現するのは、ソフトウェアである。したがって、この「ソフトウェア流通」誌でエキスパート・システム特集を企画するのも、自然なことといえる。

エキスパート・システムに関連するソフトウェアには、大きく分けて次の3種類が考えられる。

(1) プログラミング言語

エキスパート・システムを作る基礎となるプログラミング言語の処理系が、1つのソフトウェア群として考えられる。AI の分野で伝統的に使われてきたプログラミング言語は、Lisp である。Lisp の処理系の技術も進展し、ここへきてエキスパート・システムへの関心からニーズも増したことにより、パソコン用からメインフレーム用まで多様な Lisp 処理系が出てきている。他の言語としては、論理型プログラミング言語 Prolog、オブジェクト指向型プログラミング言語 Small-talk が、AI 向きとして使用が増えつつある。

(2) エキスパート・システム構築用ツール

エキスパート・システムを作るための汎用的ツールも、最近数が増えてきている。ツールには、知識記述言語、推論機構、知識ベースの管理、推論過程の説明機能、ユーザ・インタフェースなどの機能が備えられているものが多い。

(3) 個別のエキスパート・システム

個々のエキスパート・システム自身も、もちろんソフトウェアである。それらは、Lisp のようなプログラミング言語を直接用いて作られるか、エキスパート・システム構築用ツールを用いて作られる。このエキスパート・システムにも、さらに3種類が考えられる。

- ① 専用システム。企業等が自らの業務用に社内開発、あるいは外部に委託して開発したエキスパート・システム。
- ② 組み込みシステム。知能ロボットなどに搭載され、ハードウェアと一体化したエキスパート・システム。
- ③ パッケージ化したシステム。複数の利用者によって使われることを前提に、パッケージ化されたエキスパート・システム。

現在世の中にあるエキスパート・システムは、専用システムが多く、組み込みシステムやパッケージの例は少ない。

流通ソフトウェアとしては、プログラミング言語、エキスパート・システム構築用ツール、及びパッケージ型のエキスパート・システムが考えられる。このうちパッケージは今述べたようにほとんど例がないので、ここでは言語とツールを特集として取り上げている。

2 エキスパート・システム構築用ツール

現在、この種のツールの数は多い。AI ブームもツールばかりが先行している、というきらいすら感じられる。

これらのツールを、いくつかの軸で分類して考えてみよう。

1) 知識表現

知識表現の方法として、一般によく用いられる

ものに、以下がある。

- ① プロダクション・ルール
- ② フレーム
- ③ 意味ネットワーク
- ④ 述語論理
- ⑤ 決定木
- ⑥ 黒板モデル

プロダクション・ルールを知識表現の中心におくツールは、数が多い。また、既存のエキスパート・システムも、ルールをベースとするものが圧倒的に多い。

プロダクション・ルールの本来の使い方である前向き推論に基づくツールの典型が、OPS 5 である。一方、後ろ向き推論という考え方を導入したのが MYCIN で、この流れをくむツールには、S.1, M.1, ZEUS などがある。ラトガース大学で開発された EXPERT もルール型のツールで、BRAINS はこの系統に属する。

フレームは、ルールでは記述しにくい、構造をもった事物や概念とそれらの間の静的な関係を、記述するのに向く。フレーム表現では、概念的に上下関係にあるフレーム間で、性質を継承するという考え方が取り入れられていることが普通であり、それに基づく推論は通常のフレーム型のツールには組み込まれている。またデータが読まれたり書かれたりすると、それを見張っているある種の手続きが起動されるというアクセス指向の方法 (AI ではその仕組みをデーモンと呼ぶことが多い) も、組み込まれている例が多い。さらに、フレーム・ベースのツールは、ルール型や手続き型の表現までも統合的に取り込んだものが多い。

フレーム表現とオブジェクト指向の考え方は、類似性が強い。オブジェクト指向では、フレームに対応するオブジェクト同士が、メッセージを交換し合うというモデルによって解釈される面があるが、フレーム・ベースのツールの中には、オブジェクト指向に近いものもある。

フレーム型のツールの代表は、LOOPS, KEE, Knowledge Craft (のうちの CRL), ART などである。LOOPS は、フレームないしオブジェクト指向に、ルール、アクセス指向等を統合した。KEE は、どちらかといえばオブジェクト指向の

色彩が強いが、ルール表現も組入れられている。Knowledge Craft は、フレーム・ベースに論理型の表現やルール表現を結合している。ART はむしろルール型をベースとし、それにフレーム的な表現や黒板モデル(後述)の考え方を付け加えた。

意味ネットワークは、概念や物を節点とし、関係を枝とするネットワークで知識を表現する。したがって、フレームと形式は近い。SRI で開発された KAS, BBN で開発された KL-ONE などが代表的である。

述語論理は形式性は高いが、記述しやすさという点は心ずしも便利ではない。Prolog はツールというよりプログラミング言語だが、その基礎を述語論理におく。DUCK というツールは、論理をベースとしている。

決定木は、物や概念を分類する手続きの表現に向く。Expert Ease, Rule Master などのツールの知識表現は、これによる。

黒板モデルは、これまでにあげた知識表現とはやや異なり、複数の知識プロセスを組み合わせるのに有効なモデルである。個々のプロセスは、たとえばプロダクション・ルールで記述される。音声認識のプロジェクトから生まれた HEARSAY III や、その影響を受けた AGE, さらにその系統をひく ESHELL などに、黒板モデルが導入されている。

このほか、従来のプログラミング言語で書かれるようなアルゴリズムの明確な手続き型の表現も、1つの知識表現と見なせる。ほとんどのツールでは、Lisp による手続きと結合できるといった形で、手続き表現も可能としている。

2) 言語かシェルか

ツールの中には、記述力としての一般性が高く、プログラミング言語という色彩の強いものと、エキスパート・システムを作る道具として特化したシェル型のものがある。Prolog は、エキスパート・システムを作るためのツールと見ることも可能ではあるが、本質的にはプログラミング言語である。過去には類似のものとして、PLANNER, CONNIVER などがあった。OPS5 や LOOPS も、

言語という色彩が強い。

シェルと呼ばれるものは、その成立の経緯から言って、まず特定分野のエキスパート・システムが先に作られ、その推論機構(エンジン)や知識ベースの検索管理機能など、汎用的に使える部分、すなわち中身である知識を取り去った残りの殻(シェル)、を取りあげてツールにしたものである。例えば、MYCIN から作られた, EMYCIN, PROSPECTOR から作られた KAS, などがその代表である。それ以降は、これら先行したシェルを見習って、独立にシェルが作られるようになった。

3) 研究システムか商用システムか

後掲の表にあげたツールは、ほとんど商用システムである。しかし、それらの多くは大学や研究所で作られた研究用システムが、その前身となっている。研究用のものの例に、EMYCIN (スタンフォード大学), EXPERT (ラトガース大学), LOOPS (ゼロックス), ROSIE (RAND), MECS-AI (東大病院), KBMS (NTT) などがある。

4) 対象機種

ツールののるハードウェアの種類としては、次のようなものが考えられる。

- ① 専用ワークステーション (Lisp マシン等)
- ② 汎用ワークステーション (UNIX マシン等)
- ③ 大型汎用コンピュータ
- ④ ミニコンピュータ
- ⑤ パーソナル・コンピュータ

米国製のツールは、まず Lisp マシンにのるものが圧倒的に多い。例えば、KEE, ART, KC, LOOPS など、高級なツールは皆そうである。国産は、コンピュータ・メーカーの出すツールが多いせいか、大型コンピュータ用のものが出てきている。また、Lisp マシン用のツールのかなりの部分が、汎用ワークステーションやミニコンにものるようになってきている。

最近、数が非常に増えているのが、パソコン用のツールである。例えば Expert Ease, EXSYS, M.1, TIMM, Personal Consultant などである。これらパソコン用のツールは、エキスパート・シ

システムの入門や教育用、あるいは簡単なデモ用として有効であろう。また実際の業務でも、比較的複雑でない判断システムで、現場の多くの作業者に分配することが望ましいもの、例えばセールスマン用の商品ガイダンス・システムとか、修理工用の故障診断システム等を実現するには、向いているといえよう。

5) 価格

エキスパート・システム構築ツールの価格は、下はパソコン用の数万円程度のものから、上は2,000万円程度のもので、様々である。KEE, ART, Knowledge Craft のような統合型の高級システムは、1,000万~2,000万円のレベルである。ルール型の OPS 5, BRAINS 等は、500万円前後である。パソコン用でも高いものは、50万~100万円程度するが (Personal Consultant, M. 1, TIMM), 20万円以下のクラスのものも多い。

6) 開発機関

ツールの開発は、米國が先行しており種類も豊富である。米國の場合は、大学の研究成果を基にベンチャー企業を作って商品化している例が圧倒的に多い。しかし、ここにきてようやく IBM も、エキスパート・システム環境 (VM/ESE) といった製品を出してきた。

日本では、ソフトウェア・ハウスがやや先行したが、富士通、日本電気、日立などのメーカーも、それぞれツールを出してきている。また、輸入されているものが多いが、日本語化にはやや時間がかかりそうである。

7) 使用実績

商用化されているツールは、販売実績を公表しているものもかなりある。米國では宇宙航空産業などが、日本では鉄鋼、自動車などのメーカーが、かなり積極的にこれらのツールを導入しているようである。

よく知られたエキスパート・システムで汎用のツールを使っているものには、ルール型のもが多い。例えば DEC のコンピュータの構成をチェックする XCON, IBM の OS のオペレーション

・ガイドを行う YES/MVS, AT&T の電話ケーブルの故障診断を行う ACE といったエキスパート・システムは、いずれも OPS 5 (ただし ACE は OPS 5 の前身の OPS 4) で作られている。

3 AI 用プログラミング言語

1960年頃に作られ、以来 AI 社会では中心言語であった Lisp も、ここへきてようやく世間一般に知られるようになってきた。Lisp に関する最近の話題を、いくつか取り上げよう。

最近の Lisp 社会に大きなインパクトを与えているのが、Common Lisp の登場である。方言の多い Lisp に、何とか標準的な言語仕様をもたらそうとして設計された Common Lisp は、DARPA (防衛高等研究計画局) のお墨付も得、勢いを持った流れとなった。Symbolics などのリスマシンが Common Lisp をサポートするようになったのをはじめ、すでに10,000本以上の稼働実績をもつ Franz Lisp を販売している Franz 社まで、Common Lisp の開発を進めている。さらに、Common Lisp は MacLisp の流れをくむが、その MacLisp とは異なる大きな系統の InterLisp を提供してきた Xerox 社も、逆に Common Lisp のサポートに踏み切ったようである。性能のよい Common Lisp コンパイラを商品とすべく設立され、ほぼ開発を終わった Lucid のようなベンチャー企業も出てきている。

もう1つの話題は、パソコン用の Lisp 処理系が、数多く市場に出てきたことである。例えば、mu Lisp, TLC Lisp, GC Lisp, Waltz Lisp, IQ Lisp などである。

Prolog や Smalltalk も、処理系が増えてきた。特に Prolog は多種類がでている。最も標準的と目されるのが DEC 10 Prolog であるが、ほとんど同じ仕様で性能の良さを売り物にする Quintus Prolog (Sun, VAX 用) や、多くのパソコン用 Prolog など、多彩である。

言語やツールはそろってきた。さて、いよいよ本格的な実用レベルのエキスパート・システムが、数多く花開くことを期待したいものである。