

TM-0183

ICOTにおける
知識ベースシステムの研究開発

伊藤英則

July, 1986

©1986, ICOT

ICOT

Mita Kokusai Bldg. 21F
4-28 Mita 1-Chome
Minato-ku Tokyo 108 Japan

(03) 456-3191~5
Telex ICOT J32964

Institute for New Generation Computer Technology

ICOTにおける知識ベースシステムの研究開発

Research and development on knowledge base systems at ICOT

Hidenori Itoh

ICOT Research Center

Institute for New Generation Computer Technology

Proc. 12th Int. Conf. on Very Large Data Bases, S.S.1, August 1986

抄訳者 伊藤英則 (ICOT)

ICOTでは、ロジックプログラミングの環境から知識ベースシステムの幾つかのモデル化の研究とその段階的開発を行なっている。知識ベース管理プログラムとしては、ロジックプログラミング処理系とデータベース処理系の結合モデル、融合モデルについて、および、知識ベースマシンモデルとして、パイロットモデル、分散モデル、並列モデルを設定しその開発を行なっている。

1. まえがき

ICOTでは第5世代コンピュータ・プロトタイプの研究開発を行なっている。このシステムの中心にロジックプログラミング言語を基盤とした従来の機械語に相当する核言語(KL; Kernel Language)を設定している。この核言語に基づきハードウェアシステムとしては、並列推論マシン(PIH; Parallel Inference Machine)と知識ベースマシン(KBM; Knowledge Base Machine)を、また、基礎ソフトウェアシステムとしては、問題解決推論ソフト、知識ベース管理ソフトモジュールを開発している。さらにこれらの上に、知的インタフェースソフト、知的プログラミングソフトモジュールと応用プログラムを開発している(図1)。

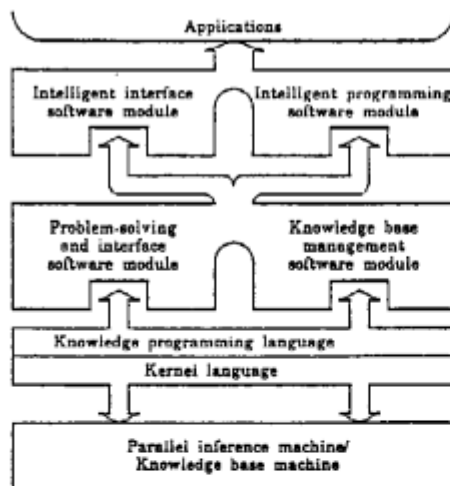


Figure 1. ICOT philosophy: Kernel language / machine / basic software / application software

前期、中期、後期の3ステップからなる10年間の開発期間を設定し、1982年からこの研究開発を開始した。現在は中期である。前期では核言語としてPrologにオブジェクト指向プログラミング機能を追加したKL-0を開発した。KL-0を基にしてパーソナルユース推論マシン(PSI: Personal Se-

quential Inference Machine) および、知識ベースマシンの第一ステップとして関係データベースマシン(DELTA)を開発した。

現在は、並列処理表現機能を持つ核言語 KL-1 とこれに基づく並列推論マシン、および、DELTA で得た知識管理・処理技術を基にロジックプログラミングの環境から知識ベースマシン等を開発している。

ここでは、知識ベースシステムに重点を置いて述べる。

2. 知識ベースシステムへの要求条件

従来のデータベースシステムに対する要求条件をロジックプログラミングの観点からとらえたボトムアップのアプローチと、知識そのものの表現・獲得および管理・処理をロジックプログラミングの観点からとらえたトップダウンのアプローチがある。

ここでは後者に重点を置く。知識ベースマシンは、知識情報処理装置として推論マシンを基本に大量知識の検索・管理効率化のために専用装置および大量知識の格納のための機構を付加する。これらは処理能力向上のために並列化を図る。知識ベース管理プログラムは知識の獲得・管理、クエリ制御、並列検索・演算最適制御、並列実行・資源管理機能を持つ。

3. 知識表現/知識獲得

問題向きに種々の知識表現言語が開発されている。知識ベースシステムでは、これらを大量かつ共通に管理・処理するため、これらの論理的基盤としてとらえることができると、処理の効率化を考慮して一階述語論理のサブセット(決定部)を知識表現言語として採用した。

知識ベースシステムには知識ベースの多量化・高級化のために知識獲得メカニズム、すなわち、知識の同化・調節・均衡化メカニズム [H. Kitakami/S. Kunifuji]が必要である。これらのメカニズムを支える基本機能はPrologのメタプログラミング技法により知識管理プログラム(KAIZER)上に実現した。

4. 知識ベース管理モデル

知識ベース管理システムのIDB(intentional data base)/EDB(extentional data base) およびルール型知識、ファクト型知識の管理方法とユーザプログラム、知識管理プログラムとの機能分担方法により以下の三モデルを提案した。

4.1 結合モデル

4.1.1 三層層結合モデル

前期に、KAIZER/DELTA開発でとったモデルである。KAIZERは推論マシンPSI上にありDELTAとは関係代数コマンドにより論理的に結合した。DELTAはEDBとしてファクト型知識のみを格納した。ユーザプログラムからのホーン節間合わせは知識管理プログラムが遅延評価法[H. Yokota]により関係代数コマンドに変換した。

4.1.2 四層層結合モデル

このモデルは、推論マシン上のユーザプログラム/知識管理プログラムおよび知識ベースマシン上の知識ベース管理プログラム/データベース管理プログラムからなる。知識ベース管理プログラムではIDBとしてルール型知識を管理、データベース管理プログラムではEDBとしてファクト型知識を管理する。推論マシンと知識ベースマシン間はホーン節インターフェースとして二つのマシン間の通信量を削減する。知識ベース管理プログラムは知識検索の最適化のため、HCT(Horn Clause Transfer)アルゴリズム[N. Hiya zaki]による知識の等価変換機能をもつ。なお、推論マシン上の知識管理プログラムとしては定理証明・自然言語処理用検索ツールKAPPA[K. Yokota]を開発している。

4.2 融合モデル

知識ベースマシン上でファクト型とルール型双方の知識を同一管理体系で扱うために、関係型知識モデル[H. Yokota]を提案した。これは関係データベースにおけるアイテムをデータから項(item)に、基本演算をデータ間の等価性チェックから項間の単一化処理に拡張したものである。このモデルにおける知識処理のために単一化結合(unification-join)、単一化制約(unification-restriction)等の項関係演算、および、これらの基本演算を用いた知識検索手法、RBU(Retrieval-By-Unification)を提案した。なお、推論マシンと知識ベースマシン間はホーン節インターフェースとする。

このモデルはルール型知識が大量であり、また、ファクト型知識とルール型知識の論理的結合が細かい単位で密である応用分野では有利である。

5. 間合わせ制御・更新制御

間合わせ処理・更新処理の最適化制御のために、ロジックプログラミングにおける部分評価(partial evaluation)[A. Takeuchi]の概念を取り入れ、メタプログラミング技法による間合わせコンパイルおよび知識コンパイル方式についての検討を行なっている。また、種々の知識表現・間合わせ言語を知識ベースマシン内で統一的に扱い得る効率の

良い中間言語の設定についての検討を開始した。

6. 知識ベースマシンモデル

6.1 プロセッサ/専用エンジン/ネットワーク

知識ベースマシンの構成要素はプロセッサ/専用エンジン/ネットワーク、等である。これらの構成方法により以下の三モデルを設定し、それぞれの開発を開始した。

6.2 パイロットモデル

パイロットモデル(PHI-1)は関係演算専用エンジン[S. Shibayama/H. Sakai]を具備したDELTAの小型化・改良版であり分散モデルと並列モデル構築のための構成要素技術の確立・蓄積を目的として開発している。PHI-1は推論マシン(PSI)と専用エンジンと2次記憶装置からなる。専用エンジンはhashing関数を用いて知識・データを重ね合わせて格納しその連想サーチ機能とデータストリームに対するオンザフライ処理機能を持つ。知識ベース管理プログラムは四層層結合モデルである。

6.3 分散モデル

分散モデル(PHI-2)は複数台のPHI-1と複数台のPSIをHOSTとしてLANにより接続したモデルである。PHI-2の知識ベース管理プログラムはPHI-1の知識ベース管理プログラムに分散知識管理機能モジュールを追加したものである。

このモデルにより知識の分散管理、分散間合わせ処理、等の効率化について、演算コスト・通信コストの相関からみた評価を行ない、協調問題解決手法の研究ツールを構築・提供する。

6.4 並列モデル

並列モデルは複数台のプロセッサと複数台のエンジンと2次記憶装置をスイッチングネットワークで接続する。プロセッサ・エンジンと2次記憶装置間に階層メモリを設置し、複数のポートからの多重アクセスを可能とする。プロセッサとしては推論マシンを、エンジンとしては項ソータ、ベアジェネレータ、ユニファイヤからなる単一化専用エンジン[Y. Horita]を想定している。階層メモリは知識ベース検索(RBU)における中間結果の格納、各プロセッサの共有メモリとして利用する。並列モデルの知識ベース管理プログラムは融合モデルである。

なお、このモデルは研究的要素が大きいことから先ず実験機の試作から開始する。このモデル上で知識ベース管理・処理における基本演算適用順序、知識処理量/粒度、並列度について動的特性を評価する。

7. おわりに

ICOTにおける知識ベースシステムの研究開発の背景と現状について述べた。ここでは割愛したが他に知的インタフェースプログラム、エキスパートシステム用セルプログラムの開発を推論マシンPSI上に進めている。これらの開発を通して得られた技術を蓄積し最終目標である知識情報処理用の超並列コンピュータ・プロトタイプを開発する。