

MPPMを用いた知識ベースマシン(2)

2C-6 ーハードウェア実験機上での知識ベース管理ソフトの概要ー

柴山 茂樹, 酒井 浩, 仲瀬 明彦
 ㈱東芝 総合研究所

物井 秀俊, 森田 幸伯
 ㈱新世代コンピュータ技術開発機構

1. はじめに

新世代コンピュータ技術開発機構(ICOT)の知識ベースマシンの研究の一環として知識ベースマシン実験機の開発を行っている。(【柴山 87】他) ハードウェアは既に開発を終えており, 【Morita 86】のUnification Engineをマイクロプロセッサで模擬し, マルチポートページメモリ(MPPM)【Tanaka 84】に接続した構成を持つ。本稿では前件に引続き, P S Iからのインタフェースをサポートするためにハードウェア実験機の上に試作される知識ベース管理ソフトウェアの概要について述べる。

2. システムの設計方針

2.1 知識ベース管理システム

・モデルと表現能力

この知識ベースシステムで扱うデータモデルは関係データベースを拡張し, 関係の属性の要素としてProlog等という項を許したものである。項を許すことにより, nested relation, complex object, (変数を含む) Prolog形のルール等を格納することが可能である。項を操作するための演算プリミティブとしてユニフィケーション処理を導入し, ユニフィケーションによる検索機能(Retrieval by Unification)を有する。

一方, このモデルは関係データベースを含むので, 通常の関係データベース処理機能も有する。この意味で, この知識ベース管理システムは, 拡張した関係データベースシステムと位置付けることができる。

・マルチトランザクション機能

本マシンは, P S I上にインタフェースとなるクラスを作成し, P S I上のアプリケーションプログラムと接続することを目指している。このクラス(仮にkbmとする)はアプリケーション毎にインスタンスを生成し, 同時(concurrent)に複数のアプリケーションのクラスに対し, サービスを行なう。このkbmのクラスの機能をサポートするため, 知識ベースマシン側では, マルチトランザクション機能を提供する必要がある。

2.2 ハードウェア

図1にハードウェア実験機のハードウェア構成を示す。この構成は, MPPMにユニフィケーション処理専用のUnificatio

n Engineを複数台接続した当初の提案をモディファイし, より知識/データベースマシンとして汎用化したものである。アーキテクチャ的な特徴は,

- ・MPPMによるP E (μ P)の結合
 - ・複数台のディスクを駆動することによるI/O能力の向上
 - ・複数のP E (μ P)による並列処理
- 等である。MPPMは, 複数のP Eに共有されるディスクキャッシュとして
- ・同時R/W能力
 - ・ブロードキャスト能力

を提供する優れた特性を持つ。かつ, 今回のインプリメンテーションでは, 転送速度を高め, ローカルメモリに対するP EのアクセスとMPPMからのデータ転送の衝突を2ポートメモリにより避けてあるので, P E間のページ単位の共有バッファとしての性格を持たせることが可能になっている。

具体的な構成としては, 8ポートを持つMPPM(現在の総容量32MB→62年度に64MBに拡張)の各ポートにP Eとして32bit マイクロプロセッサ(μ P)を配している。各 μ Pはハードディスクを持ち, これが2次記憶となる。インプリメントしたMPPMのデータ転送能力は, 約5MB/sec/portである。P S Iとの通信を行なうために一台の制御プロセッサを持つが, 後述するように並列処理のための処理のアロケーションは各 μ Pが自律的に行ない, 集中制御は行なわない方針である。制御プロセッサと各 μ Pは, MPPMの他に通常の共有メモリで結合されている。この共有メモリは, 基本的にはMPPMのページより少量のデータ(典型的には1ワード)をプロセッサ間で通信するために設けてある。

3. 知識ベースソフトウェアに要求される演算機能

P S Iからの検索のインタフェース用のメソッドである:retrieveの中には, 関係データベース機能に追加される種々の拡張された機能が出現する。それらを以下にまとめる。

- ・拡張関係代数演算(RBU演算系)
 unification-join, unification-restriction,
 unification-union 等
- ・特殊オペレータ
 blindless-unify($\Leftarrow$)

A Knowledge Base Machine with an MPPM(2) -An Overview of Knowledge Base Software-
 Shigeki SHIBAYAMA, Hiroshi SAKAI, Akihiko NAKASE (Toshiba R & D Center)
 Hidetoshi MONOI, Yukihiro MOKITA (ICOT Research Center)

generality-compare(<<, >>, <=>)

- ・リスト化
- ・KB評価述語
 - ..算術演算
 - ..リスト操作
 - ..出力操作述語 (group, sort, unique)
 - ..否定述語 (not)
- ・least-fixed-point(lfp)
- ・demonstrate(demo)

RBU 演算系のUnification-join等は、join属性の結合の基準にユニフィケーション可能性を用いる演算に対する名称であるが、より一般には、この知識ベース管理システムは更に特殊なオペレータ (generalityによる等価性等) によるjoinも可能なので、unification も θ -join の θ を一般化した時の1つのオペレータとしてとらえるほうが自然である。

特殊オペレータのbindless-unifyは、unification をテストするが、選択された結果には、変数のbinding を適用しない時に用いる。(通常のPrologの処理系でnot(not(P)) にほぼ等価である。) generalityによる比較は、(再起的に) 一方の項の全ての要素がもう一つの項の対応する要素のインスタンスになっていれば、後者の項がよりgeneral であると定義する。従って、項同士のgeneralityが等しいとは、変数のリネーミングをした時に2つの項が(文字通りに) 等しくなることである。

特殊な演算として、最小不動点を求めるlfp 演算と、項関係に fact と ruleを特殊な形式で格納し、与えられたgoalに対してu-joinを繰返して入力演算を行ない、全解を求めるdemo演算([Yokota 86]) をサポートする。

4. 処理フローのあらまし

PSIのkbb (のインスタンス) から送られてくるquery の条件部は、Horn節のquery の形をしている。知識ベースマシンでは、制御プロセッサがPSIと通信し、query を共有メモリに転送する。制御プロセッサは一つのPEを選んでquery の条件部を代数型の内部コマンドにコンパイルすることを指定する。コンパイル結果は内部コマンド列となり、共有メモリのトランザクションコマンドキューに送られる。このキューはトランザクション毎に作成され、各プロセッサから見ることで、idleなプロセッサは、そのキューから自分の実行可能なコマンドを選択し、自律的に実行する。知識ベース演算は、コンパイル時に適当な粒度のコマンドに分割されてキューに入れられており、そのコマンドを複数のPEが同時に実行することによって並列処理を行なう。コマンドの終了の同期などはトランザクションコマンドキューを用いてとられる。

ディスクとのI/O は、コンパイル時に特定のPEに対する内部コマンドとして生成される。(特定のPEに対する内部コマンドは、一般の内部コマンドよりも高い優先度を与えられ、優先的に実行される) ある項関係が複数のディスクに分散して入

れられている場合は、ディスクI/O コマンドがキューに複数個生成されるので、これを複数のPEが独立に実行することによって高いI/O スループットを期待できる。

5. PEのソフトウェア構成

5.1 オペレーティングシステム

メモリ管理、MPPMアクセスメソッド、ディスク管理、プロセッサ間通信などの機能を持つ。

5.2 知識ベース演算モジュール

キューの内部コマンドに対応する演算、I/O 機能を実行するサブルーチン群より構成される。

5.3 コンパイラ

query を内部コマンドに展開する。論理型のquery を代数型の操作に変換した後、更に対象の項関係のページを意識した内部コマンドに変換する。

6. まとめ

MPPMと、 μP で実現されたPEより構成された知識ベースマシン実験機の上に試作中の知識ベース管理ソフトウェアの概要について述べた。特にPSI上のKBM接続用のクラスのメソッドの仕様をサポートするための要求機能と、基本的な並列処理戦略について述べた。詳細な機能、仕様に関しては別の機会に報告をする予定である。

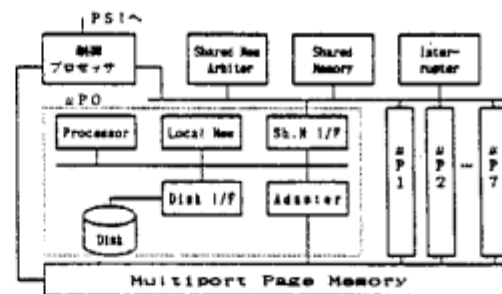


図1 知識ベースマシン実験機ハードウェアの構成

【参考文献】

- [柴山 87] 柴山, 他. "大規模知識ベースマシンの実験機の開発(2)-マルチポートページメモリの開発- 情報処理学会第34回全国大会予稿集 3P-2, 1987年
- [Morita 86] Morita, Y., et al., "Retrieval-By-Unification Operation on a Relational Knowledge Base", *Proc. 12th IJLDB*, Kyoto, August, 1986.
- [Yokota 86] Yokota, H., Itoh, H., "A Model and an Architecture for a Relational Knowledge Base", *Proc. 15th Int'l Sympo. Computer Architecture* Tokyo, June, 1986.
- [Tanaka 84] Tanaka, Y., "A Multiport Page-Memory Architecture and A Multiport Disk-Cache System", *New Generation Computing*, 2, Ohmsha-Springer Verlag, 1984.