

知識ベースマシン *Mu-X* (4)

—制御方式の評価—

6Q-4

伊藤文英 物井秀俊⁺ 酒井 浩⁺ 仲瀬明彦⁺⁺ 武脇敏晃⁺⁺
 (財)新世代コンピュータ技術開発機構 研究所⁺ (株)東芝 総合研究所⁺⁺
 (株)東芝 情報通信システム技術研究所

1. はじめに

知識ベースマシン *Mu-X* では、演算処理の負荷の重さにかかわらず安定した性能を提供するために、問合せ処理を知識管理処理と知識演算処理に分け、知識演算処理は複数の要素プロセッサ (PE) が並列に実行する方式を採用した。

[1] 本稿では、*Mu-X* 上に開発された一部の関係代数演算の処理機能を使って行った制御方式の評価について、その概要と結果を述べる。

2. 処理方式の概要

2.1 処理の流れ

Mu-X における問合せ処理の流れを図1に示す。あるホストからの問合せは特定のPEに割当てられ、次のように処理される。

- ① 問合せを割当てられたPEは、その問合せを解析し、並列演算処理用の内部コマンドを共有メモリ (SM) 上に作成する (知識管理処理)。
- ② 各PEは、内部コマンドの指示に従い、処理対象を順次獲得して演算処理を実行する。これを、処理対象がなくなるまで繰り返す (知識演算処理)。
- ③ 全てのPEが演算処理を終了すると、問合せを割当てられたPEは、演算結果に基づき、次の内部コマンドをSM上に作成する (知識管理処理)。各PEは、②と同様に演算処理を実行する (知識演算処理)。これらの処理は、必要なだけ繰り返される。

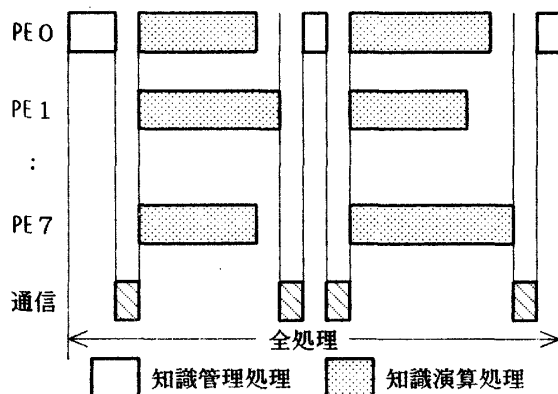


図1 問合せ処理の流れ

- ④ 最後の内部コマンドに対する演算処理を全てのPEが終了すると、問合せを割当てられたPEは、ホストに対して応答を発行する (知識管理処理)。

一般に、1つのコマンドに対する各PEの知識演算処理時間は異なる。また、全処理時間には、知識管理処理時間と知識演算処理時間のほかに、次に示すコマンド通信時間が含まれる。

- ① 問合せを割当てられたPEが内部コマンドをSM上に作成してから、各PEがそれを検出するまでの時間。
- ② 全てのPEが演算処理を終了してから、問合せを割当てられたPEがそれを検出するまでの時間。

2.2 並列効果

本方式では、PE数の増加により、知識演算処理においてPE1台あたりが処理対象を獲得する回数が減少するため、知識演算処理時間も減少する。しかし、*n*台のプロセッサによる処理時間が1台の場合の*n*分の1になる理想的な並列効果と比較して、次のような並列効果を低下させる要因がある。

- ① 知識管理処理や通信は、処理時間が減少しない。
 - ② 知識演算処理においても、全PEが共通して行う処理は、並列化によって処理量が減少しない。
 - ③ 各PEの知識演算処理時間にばらつきがある。
- これらの各要因に対して、*Mu-X* では次のようにしてより高い並列効果の引出しをはかっている。

- ① アーキテクチャの特徴を生かした制御ソフトウェアにより、知識管理処理や通信を実現する。
- ② 処理対象データ量による動的な内部コマンドの生成により、より並列効果の高い演算処理を指示する。
- ③ 知識演算処理においてPEが1回に獲得する処理対象の単位をページとすることにより、各PEの知識演算処理時間のばらつきを小さくする。ただし、総処理量が増加しないように考慮する。

3. 性能測定

性能測定では、ホストであるPSIより1つの選択演算または結合演算をともなう問合せを発行し、*Mu-X* 側で処理時間を測定した。結合演算はネステッドループにより処理したため、いずれの問合せの処理においても生成される内部コマンドは1個である。また、問合せの対象となる関係は

Knowledge Base Machine *Mu-X* (4) An Evaluation of Control Methods

Fumihide ITOH¹, Hidetoshi MONOI¹, Hiroshi SAKAI², Akihiko NAKASE², Toshiaki TAKEWAKI²

¹ Institute for New Generation Computer Technology, ² Toshiba Corp.

マルチポート・ページメモリ上に格納し、関係のデータ量とPE数を変化させて処理時間を測定した。

4. 結果と考察

例として次の演算の処理時間を図2に、PEごとの知識演算処理時間を図3に、全処理時間と知識演算処理時間平均の並列効果を図4に示す。

- ① 選択演算：500キロバイト 1,600タプルの関係から、111 タプルを選択して関係を作る。
- ② 結合演算：15キロバイト 111タプルの関係と20キロバイト 215タプルの関係を結合して、37タプルの関係を作る。

ただし、以下の考察は全ての測定データに基づく。

4.1 知識管理処理と通信

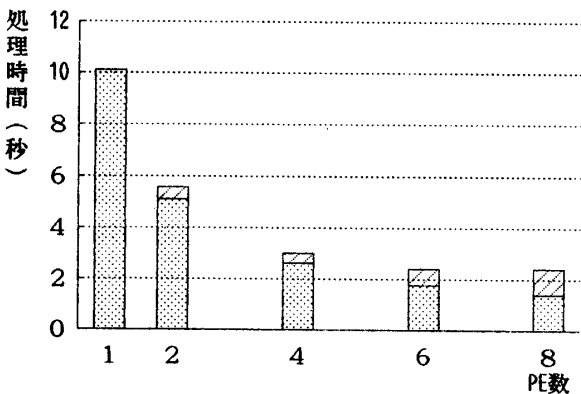
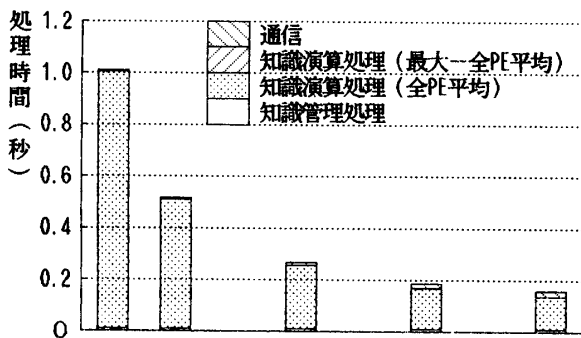


図2 問合せ処理時間

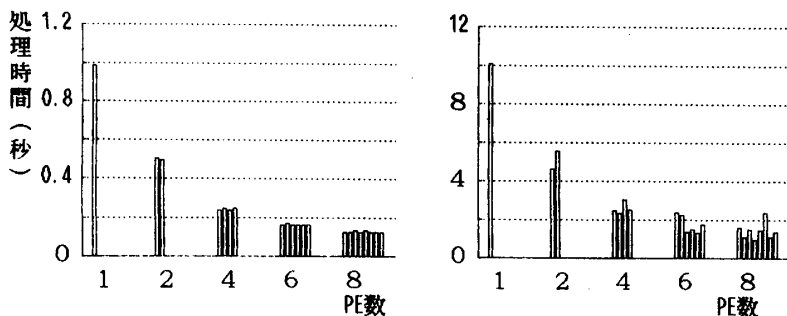


図3 PEごとの知識演算処理時間

知識管理処理時間は選択演算で約11ミリ秒、結合演算で約13ミリ秒であった。また、通信時間はPE 8台のときで約25ミリ秒であった。

4.2 選択演算

選択演算の処理では、各PEは1回に関係の1ページのデータを読み込み、タプルの選択処理を行う。全PEが共通に行う処理は演算パラメタの初期設定のみである。また、1ページの処理に要する時間は約4ミリ秒なので、各PEの知識演算処理時間のばらつきが小さい。よって、知識演算処理の並列効果はほぼ理想的であり、全処理の並列効果も処理対象データ量が増加するにつれて理想に近づく。すなわち、選択演算では、高い並列効果が引出される。

4.3 結合演算

ネステッドループによる結合演算の処理では、各PEはまず一方の関係の全データを読み込み、次にもう一方の関係のデータを1回に1ページずつ読み込み、はじめに読込んだ関係との間で結合処理を行う。各PEは一方の関係全体の読み込みを共通して行う。また、一方の関係全体ともう一方の関係1ページの処理に要する時間は、読み込まれる関係のデータ量に依存するため、各PEの知識演算処理時間のばらつきが大きい。このように、読み込まれる関係のデータ量が多いとき、知識演算処理の並列効果は著しく低下する。

5. おわりに

選択演算およびネステッドループによる結合演算の処理により、Mu-Xの制御方式を評価した。選択演算の処理においては、高い並列効果が示された。一方、ネステッドループによる結合演算の処理では、読み込まれる関係のデータ量が多いとき並列効果が低い。これを解決するために、動的クラスタリングを用いた結合演算処理を開発中である。しかし、ネステッドループによる処理も一方の関係のデータ量が少ないときは有効であり、両方式の比較検討が必要である。今後はこの検討を行い、最適な内部コマンド生成の戦略に反映していく。

参考文献 [1] 酒井他：知識ベースマシン *Mu-X(1)* - 並列制御方式 - , 本論文集

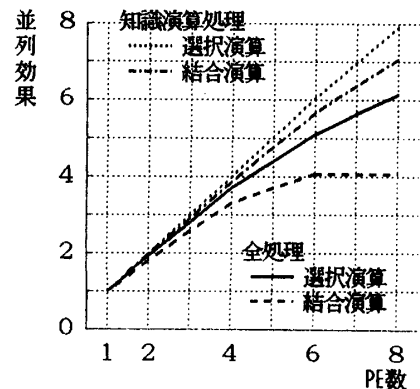


図4 並列効果