

高並列推論マシンにおけるゴール表現方式

4P-6

丸山 勉 田中 英彦
 東京大学工学部

1. はじめに

高並列推論マシンにおいて、実行される基本処理単位の構成方式の設定は、そのマシンの性能を決定する極めて重要な要素のひとつである。本稿では、ゴール構成方式について検討を行い、その中で有望と思われる構成方式についてシミュレーション評価を行う。

2. ゴール表現方式

処理単位のレベルをどの程度に設定するかは、一般に処理単位の独立性と処理単位長とのトレードオフとなる。処理単位のレベルを低くすることで処理単位長を抑えることができるが処理単位間での共有が生じるため負荷の集中を起こす可能性がある[1]。並列処理の単位は、

- (1) 引数
- (2) リテラル
- (3) 定義節
- (4) それ以降の実行に必要な全ての環境

の4つに分類することができる。並列推論マシンで扱うデータ構造は、リテラル、構造体の2つに大きく分けることができ、これらの構造をコピーするか、共有するかによって、

- (a) リテラル、構造体ともに共有
- (b) リテラルのみ共有、構造体はコピー
- (c) リテラルはコピー、構造体は共有
- (d) リテラル、構造体ともにコピー

の4つの組み合わせを考えることができる。

ゴール構成方式としては、これらの組み合わせを考えることができるが、その中で有望と思われるものは((1)はデータフローマシンに適しており、リダクションマシンに適している他の方式とは一律に比較できないのでここではふれないことにする)、

- ① (2), (b)
- ② (3), (b)
- ③ (4), (d)

という組み合わせである。(a)(c)は構造体が共有されるため高並列処理には適さない。①, ②では (b)のほうが (d)の場合よりゴール長が短くなり、③では、ゴール中の不要なデータを常に削除していないとゴール長が長くなりすぎ

るため (d)が適当である[1][2]。

3. シミュレーション結果

図1にシミュレーションモデルを示す。このモデルにおいては、1台のプロセッサが単一化等の全ての処理を行うものとする。メモリについては、その時点で書き込みが行なわれているゴール以外のものは随時読出し可能であるとす。例題 <7queens>, <8qa>に対する稼働プロセッサ数を図2, 3に示す。推論ユニットの台数は64台である。例題 <7queens> においては、ゴール構成方式②が最も良い速度を示し、①, ③と続く。例題 <8qa>においてもゴール構成

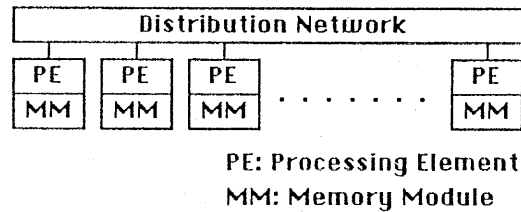


図1 シミュレーションモデル

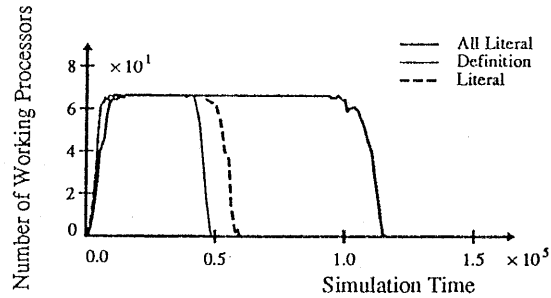


図2 プロセッサ稼働数 (例題<7queens>)

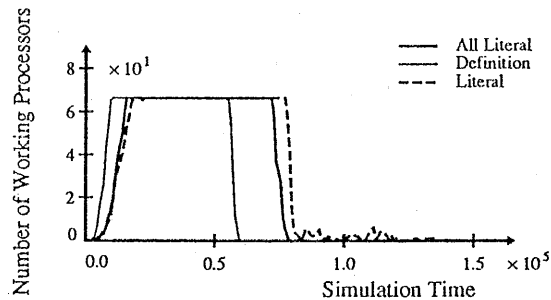


図3 プロセッサ稼働数 (例題<8qa>)

方式②が最も良い実行速度を示すのは同様であるが、この場合には、方式③のほうが方式①より、より良い実行速度を示している。例題 <8qa>の場合、例題<7queens>と比較して特徴的な点は、①において、処理の終盤において、数台のプロセッサが比較的長い時間動作し続けることである。これは、これら数台のプロセッサに負荷の集中が生じていることを示している。構成方式①、②におけるゴールの分散の様子を図4、5に示す。③ではゴール間の共有はないので負荷の集中は全く生じないのでここでは省略した。この図から構成方式①では、ゴールの集中が生じていることが解る。②では、ゴール間での共有は行なわれているもののゴールの集中は生じていない。

4. パイプライン処理

ゴール構成方式①、②では、単一化、ゴールが分割・共有されていることによるゴールの生成と子ゴールの実行結果の親ゴールへの書き込み、ゴールの入出力などのパイプライン処理を行うことが可能である[3]。構成方式③ではゴール長が長くなりすぎるためこの様なパイプライン処理には適さない。パイプライン処理のモデルを図6に示す。

MMPはゴールの生成、子ゴールの実行結果の書き込みなどを行うプロセッサである。単一化プロセッサには、local memoryが幾つか用意されており、ゴールの入力、単一化、ゴールの出力が同時に行なわれる。これらの処理が全てが終わった時点でlocal memoryの切り替えが行なわれるものとする。例題 <6queens>に対するシミュレーション結果を図7、8に示す。構成方式①では、ゴールの生成などの手間が大きいためMMPに対する負荷が非常に重いが、②では、

そのようなことがないことが解る。

5. おわりに

以上示したように、ゴール構成方式②が、負荷の集中をまねくことなくゴール間の共有を行うことが可能である、単一化以外の処理の手間がそれ程大きくはなくパイプライン処理に適しているなどの理由により、最も良い処理速度を実現することができることが解った。より詳細な評価、及びストリーム並列を対象とした言語向きのゴール構成方式の検討などが今後の課題である。

<参考文献>

- [1] 平田他, 高並列推論マシンに於ける基本処理単位及び構造記憶に関する考察, LPC'85, ICOT.
- [2] Moto-oka, I. et.al., The Architecture of A Parallel Inference Engine -PIE-, FGCS'84, 1984.
- [3] 丸山他, 高並列推論エンジンPIEにおけるゴールフレーム表現方式の評価, 情報大全第32回, 1R-6.

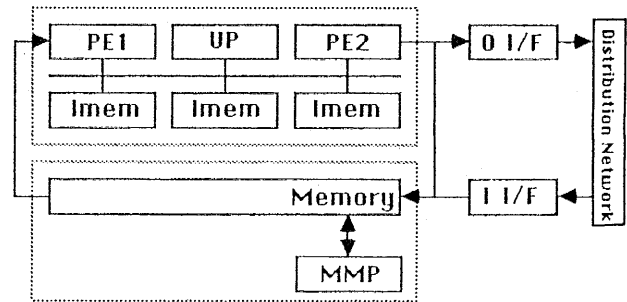


図6 パイプライン処理のシミュレーションモデル

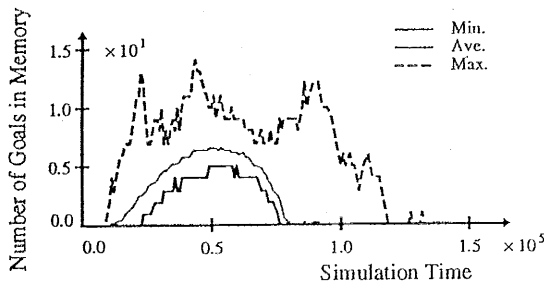


図4 ゴールの分散 (ゴール構成方式①)

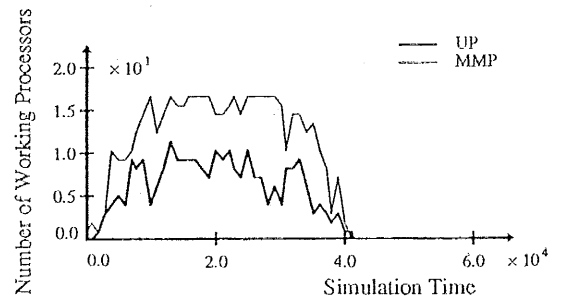


図7 各プロセッサの稼働数 (構成方式①)

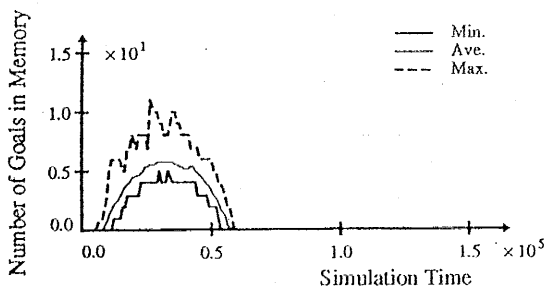


図5 ゴールの分散 (ゴール構成方式②)

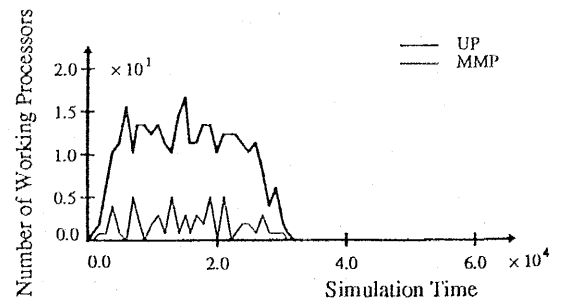


図8 各プロセッサの稼働数 (構成方式②)