

2H-11 並列推論マシン PIM/c

—PIM/cのファームウェアの開発—

中川貴* 朝家真知子* 早木茂** 今西祐之*** 杉江衛*

(* (株)日立製作所中央研究所 ** (株)日立マイコンシステム *** ヒューマンシステム株式会社)

1.概要

並列推論マシン PIM/c [1](Parallel Inference Machine / type c)の試作を進めている。PIM/cは並列論理型言語 KL1 [2](Kernel Language 1)で記述したプログラムを、高速に実行する KL1 専用の並列マシンであり、スヌーピングキャッシュを導入した(メモリ共有)密結合マルチプロセッサと、クロスバネットワークによる(メモリ非共有)疎結合マルチプロセッサの2階層のハードウェアを使い分けるように、マシン語である KL1-B命令 [3](KL1-Base)が定義されている。

水平型マイクロ命令を用いて、KL1-Bマシンを構築するためのマイクロプログラムの開発手法と、高速化について報告する。

2.ファームウェア開発のキーポイント

KL1-B命令の仕様は、ロード/ストア命令に換算して 33 Kstep をこえる大規模なものであり、VPIM [4](Virtual PIM)に記述されている。そこで、ファームウェアの開発にあたり、以下の点に着目している。

- ・ハードウェア資源の有効利用
- ・VPIMレベルでのチューニングの容易性
- ・マイクロの性能/規模の管理の容易性
- ・VPIMに付属するUnixツール群の流用

3.大規模マイクロプログラムの開発手法

以上の経緯により、PIM/cでは、マイクロプログラム第1版を自動生成ツール群を用いた自動生成により作成し、第2版を最適化ツール群を併用した半自動生成により作成する、多段階の開発手法を用いている。マイクロプログラム第2版の開発手順は以下のとおり。

- ・人手によるVPIMの最適化
- ・レジスタおよびレジスタファイルの割付け
- ・レジスタファイルアクセスの削減
- ・マイクロテンプレートを用いたVPIM命令の展開

表 マイクロプログラムの高速化

#	高速化項目	効果(MicroSteps)
0	第1版のマイクロステップ数	416
1	ディスパッチャの高速化	-144
2	分岐処理の水平化	-64
3	KL1命令処理間の水平化	-36
4	VPIMの人手最適化	-32
5	レジスタファイルアクセスの削減	-29
6	マイクロテンプレートの最適化	-11

- ・分岐処理の水平化
- ・マイクロデバッガ上のデバッグ

4.PIM/cファームウェアの高速化

ファームウェアの第2版では、単一プロセッサの目標性能である 200 KLIPS(Logical Inference per second)を達成する見通しを得た。表に、appendプログラムにおける、第2版の高速化内訳を示す。PIM/cはタグアーキテクチャを備えた水平型マイクロマシンであり、1語が104ビットからなるマイクロ命令の1ステップには、複数の処理を指定できる。今回の高速化では、そのようなハードウェア特性を活かし、KL1B命令のフェッチおよびデコード処理を、KL1B命令毎の処理とオーバラップ実行させる、“ディスパッチャの高速化”が特に有効であった。

5.おわりに

本研究によるファームウェアは第2版を完成し、第3版を開発中である。今後はPIMOS(PIM Operating System)の実装をすすめて大規模並列システムを評価する予定である。

最後に、日頃ご指導を頂いているICOT第1研究室の瀧和男室長に深謝する。

なお、本研究は、ICOTからの委託研究の一環として実施された。

参考文献

- [1]後藤ほか, "並列推論マシン PIM/c—概要—", 情報処理学会第40回全国大会, 2L-1, 1990
- [2]Ueda et al, "Guarded Horn Clauses", TR209, ICOT, 1985
- [3]Kimura et al, "An Abstract KL1 Machine and its Instruction Set", Proc of the 1987 Symposium on Logic Programming
- [4]山本ほか, "並列推論マシン PIM/cにおける抽象機械語 KL1-Bの実装—高級機械語を実装するための道具立て—", 並列処理に関する指宿ミニシンポジウム, 1989

Parallel Inference Machine PIM/c - Development of PIM/c Firmware -

*Takayuki Nakagawa, *Machiko Asaie, *Mamoru Sugie, **Shigeru Hayaki, ***Hiroyuki Imanishi
 *)Hitachi Ltd. **)Hitachi Microcomputer System Ltd. ***)Human Systems Inc.