

並列推論マシンPIM/iの処理系の概要

久野英治*, 佐藤正俊

kuno@okilab.oki.co.jp

沖電気工業株式会社

1 はじめに

我々は、第五世代コンピュータプロジェクト[1]の一環として並列推論マシンPIM/iの研究開発を行っている[2]。本稿では、PIM/i上のKL1処理系の概要について述べる。この処理系は、PIM/i上でPIMOSを実現するために必要な処理系の開発の知見を得ることを目的とした実験的なものであり、PIM/iのキャッシュの特徴を活かすために共有・非共有・一時的な共有の3つにメモリ資源を分離し、メモリ資源の不必要な共有を回避して管理することを特徴としている。

ここでは、処理系の特徴であるメモリ資源管理を述べ、それに関連する機能を述べる。

2 メモリ資源

本処理系は、PIM/iのキャッシュの特徴を活かすために共有・非共有・一時的な共有の3つの種別にメモリ資源を分類し、不必要なメモリ資源の共有を回避して管理する方式を採用した。これは、PIM/iのブロードキャスト型並列キャッシュの長所を生かし、かつキャッシュの長所を生かすためである[2]。この方針に従って、処理系で用いられるデータを分類したのが表1である。

共有のメモリ資源に分類されるものとして、コード及びシステム資源がある。コードは、ユーザプログラムから成り、共有メモリのコード領域に設定される。ここで分類されるシステム資源は、キャッシュのブロードキャスト機能を生かすために、固定アドレスで共有メモリに設定される。割込みの機能を代替するスリットチェックフラグ、ヒープ領域を管理する記述子やプロセッサ間通信のための資源等がある。

一時的な共有のメモリ資源に分類されるのが、ゴールレコードを除いたヒープデータである。このデータは、共有メモリ上に設定される。

非共有のメモリ資源に分類されるのが、コード、ゴールレコード及びシステム資源である。ここで言及しているコードは、ユーザプログラムから呼び出されるライブラリである。ゴールレコードは、処理系の最小の実行単位であり、実行に必要なコンテキストを格納するヒープデータの一つであるが、プロセッサが占有

して操作するため非共有資源として扱う。また、非共有に分類されるシステム資源は、プロセッサのレジスタや局所メモリ上に設定される。ゴールの実行待ちキューを格納するゴールスタックエントリ表、フリーゴールを管理するフリーゴールチェーン、一時的にゴール実行を中断するサスペンションスタック、ユニフィケーション処理時に使われるユニフィケーションスタック等がある。

以上のように分類することによって、処理系の資源操作が定まる。以下ではその処理について述べる。

3 キャッシュに合わせた処理方式

本処理系のメモリ空間は、コード領域、システム領域、及びヒープ領域の3領域に設定されている。

3.1 ヒープ管理

ヒープ領域は、先頭アドレスからヒープデータを供給し、終端から規定サイズ以上のベクタを供給する。ヒープデータをこの領域から直接供給すると、複数のプロセッサによるアクセス競合が頻発するため、プロセッサは、ヒープ領域から一定量のブロックを手に入れ、このブロックからヒープデータを供給することとしている。このヒープデータは、ゴールレコードを除いて一時的な共有資源として

表1 メモリ資源の分類

資源の種類	データ
共有	コード ・ユーザプログラム システム資源 ・スリットチェックフラグ ・ヒープ記述子 ・通信バッファと通信記述子 etc
一時的な共有	ヒープデータ (ゴールレコードを除く)
非共有	コード(ライブラリ) ゴールレコード システム資源 ・ゴールスタックエントリ表 ・フリーゴールチェーン ・サスペンションスタック ・ユニフィケーションスタック ・サブルーチンスタック etc

* Overview of KL1 System of Parallel Inference Machine PIM/i
Eig. KUNO, Masatoshi SATO, Oki Electric Industry Co., Ltd.

扱われる。また、ヒープ領域は、コピーイングGCのために、二分して管理される。一方の領域がヒープデータを供給できなくなると、GCが起動され、それまで使用していた領域で使用中のデータのみを他方のヒープ領域にコピーし、その空間から新たにヒープデータの供給を行う。

3.2 ゴール管理と通信

ゴールレコードは、非共有資源とするために16語の固定長としてキャッシュ境界に設定してブロックより割り当てられる。ゴールは、プロセッサが保持するフリーリストにチェーンされ、そのチェーンからゴールを生成し、終了すると改めてチェーンされる。このチェーンをフリーゴールチェーンと呼ぶ。また、生成されたゴールは、非共有資源のゴールスタックエントリ表の該当する優先度で設定されたエントリにキューイングされる。

個別にゴールキューを管理すると、プロセッサ間でゴールを交信する必要がある。この場合、本処理系では、プロセッサにゴール要求があるとキューからゴールを要求先に送信する。この通信方法を示したのが、図1(a)である。PE#iからPE#jにゴールを通信する場合、PE#iがゴールレコードの共有を避けるためにそのポインタを共有せず内容のコピーを通信バッファに書き込み、その内容を受信したPE#jが新たにゴールレコードを割り当ててコピーすることとした。

また、サスペンドしていたゴールがリジューム処理を実施しようとしたプロセッサと異なる場合(図1(b))、該当するプロセッサにそのゴールのポインタを通信バッファに書き込み、受信したプロセッサがリジューム処理を実施する。これによって、ゴールレコードを非共有資源として扱うことが可能となる。

3.3 コード管理

処理系におけるコードは、KL1の仮想機械命令であるKL1b[3]をPIM/iの機械語にマクロ展開するためのマクロ定義であるテンプレートデータベース[4]とそこから呼

び出されるライブラリからなる。テンプレートの記述は、ライブラリをどの程度テンプレート中に展開するかで、コードサイズとライブラリへのサブルーチン呼び出しのオーバーヘッドの間にトレードオフがある。ここでは、コードサイズを小さくする方針をとった。このテンプレートによってユーザプログラムが変換され、共有メモリのコード領域に設定される。ライブラリは、局所メモリに設定している。ライブラリの内容は、ユニフィケーション等の処理モジュール及びゴールレコード操作等の構造データアクセスモジュールからなる。

4 おわりに

PIM/i上における処理系の概要について述べた。この処理系は、現在、作成/評価を実施している。今後は、ここで得られた知見を基に、フルセットのKL1処理系を、KL1で記述したセルフシステムとして開発する予定である。

謝辞

日頃、御助言を頂くICOT第一研究室、および、沖電気のPIM担当者諸氏に感謝する。

参考文献

- [1] A. Goto et al. Overview of the Parallel Inference Machine Architecture (PIM). In FGCS 1988, pp 208 - 229, Nov. 1988.
- [2] 大原他: 並列推論マシンPIM/iの概要、情報処理学会第40回全国大会, pp 1185-1186 (1990).
- [3] Y. Kimura et al. An Abstract KL1 Machine and its Instruction Set. In SLP'88 (1988)
- [4] 佐藤他: 並列推論マシンPIM/iの開発支援環境-翻訳系-, 情報処理学会第41回全国大会予稿 (1990).

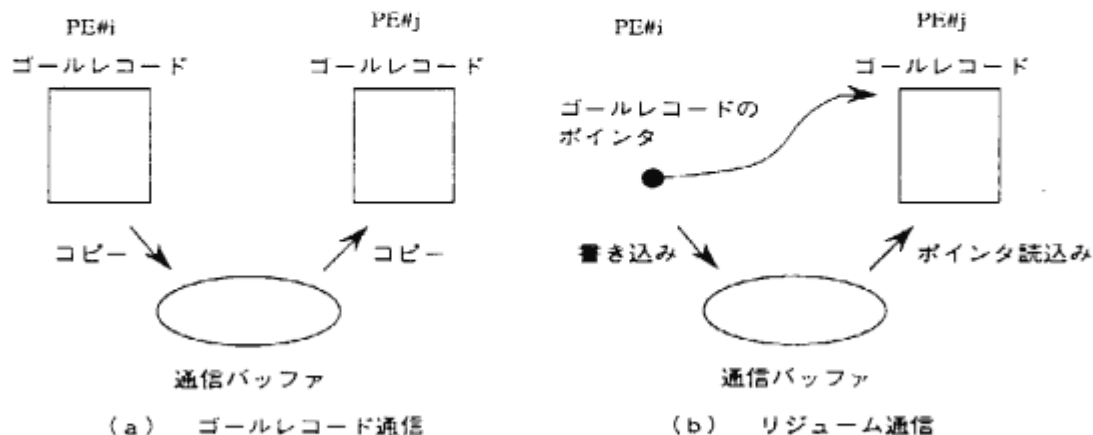


図1 プロセッサ間通信