

4C-6

クラスタ方式マルチプロセッサの
システムソフトウェア

高木 康志⁺ 堀口 進⁺ 川添 良幸^{*} 重井 芳治⁺

(⁺ 東北大学工学部、^{*} 東北大学情報処理教育センター)

1. はじめに

高速計算機システムを実現する方法の1つとして、演算処理を分割・並行して同時に実行する並列計算機の研究が盛んに行なわれている。また、近年のVLSI技術の進歩により、高性能なマイクロプロセッサを多数用いたマルチマイクロプロセッサシステムの実現が可能となり、実際に様々な試作機が製作されてきている。マルチプロセッサシステムで最も広く使用されているプロセッサ結合方式に、共有メモリ型バス結合方式がある。この方式は、ハードウェア構造が簡単でアルゴリズムに対して柔軟性があるが、プロセッサの1回の処理量が少ない場合、プロセッサ数が増すにつれバス競合によるオーバーヘッドが増大し、処理効率が低下してしまう。このバス競合を緩和する方式として、プロセッサをいくつかのクラスタ単位にまとめるクラスタ方式がある。この方式はバスを階層化するため、異なるクラスタ内に属するプロセッサ間の通信のオーバーヘッドが大きくなるが、ハードウェアの付加は他のネットワーク構造に比べて少なくすむ。ここでは、このクラスタ型バス結合方式マルチプロセッサの試作システムに対するシステムソフトウェアの設計および開発結果について述べる。

2. 試作システム

およびソフトウェアの構成

試作システムの構成を図1に示す[1]。システム全体を管理するマスタープロセッサ(MP)の下に4つのクラスタがあり、各々はクラスタ内のバスを管理するバスコントローラ(BC)、データの受け渡しに使用するクラスタコモンメモリ(CM)、および8つのスレーブプロセッサ(SP)で構成されている。各SPとBC、およびMPとBC間はバスとパラレルポートを通して結

れる。またそれぞれのBC間はパラレルポートで結合され、隣接するSP間はシリアルポートで接続される。なお、MPは入出力を制御するホストコンピュータとシリアルに接続されている。

システムソフトウェアの概要を図2に示す。システムソフトウェアはモニタと高級言語から構成される。3で述べるようにモニタはシステム内全プロセッサのメモリ上に常駐し、システムの制御を行ない、プログラムの実行やデバッグなどを効率的に行えるように支援する。また、基本操作のルーチンをシステムコールとして用意した。高級言語はC言語に並列処理をライブラリとして取り込んだ拡張版として実現した。

3. モニタプログラムの概要

(1)MP用モニタプログラム

MP用のモニタはROMの中に書き込まれており、20種類のコマンドと27種類のシステムコールが用意されている。そのう

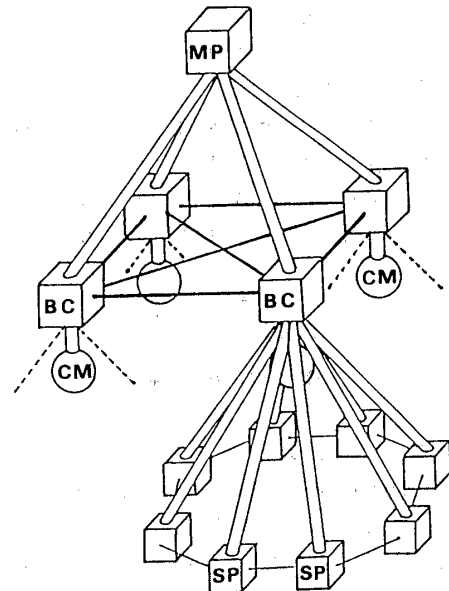


図1 試作システム構成

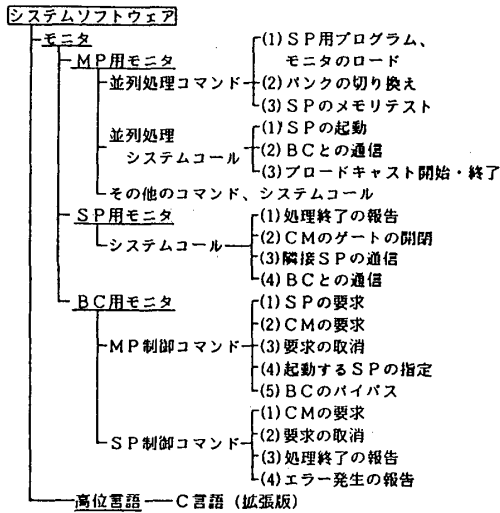


図2 システムソフトウェア概要

ち並列処理を実現するためのものとしては、以下のものがある。

コマンド

- LM : SP用モニタのロード
- LS : SP用プログラムのロード
- B : MPのバンク切り換え
- T : SP, CMのチェック

システムコール

- BCとの通信
- SPの起動
- SPへのブロードキャスト

(2) SP用モニタプログラム

SPのメモリは全てRAMで構成されていて、電源投入後ホストコンピュータからモニタをロードする。SP用モニタのシステムコールは、以下の機能をサポートする。

- 処理終了の報告
- CMのアクセス
- 隣接SPとの通信
- BCとの通信

(3) BC用モニタプログラム

BCはROMの中にモニタが納められていて、電源投入と同時に使用できる。主なコマンドは次の通りである。

- MP用 SPとCMの要求や解放
- 起動するSPの指定
- BCのバイパス
- SP用 CMの要求や解放
- 終了の報告

4. 拡張C言語

並列処理の応用プログラムの開発に

は、高級言語が不可欠である。そこで、ホストのCP/M-80上で動作するCコンパイラを改良し、本システム上で実行可能なオブジェクトを生成できるようにした。これは、UNIX上で走るC言語の関数を殆どサポートしている。ただし、本システムには二次記憶装置が直接接続されていないため、ファイル操作関係の機能はサポートしていない。並列処理を実現するためのルーチン群は汎用のライブラリとなっていて、Cのプログラムから関数として呼び出せる。具体的に実行できる関数は以下の通りである。

MP用関数

- slsend : SPへのパラメータ転送
- slstrt : SPの起動
- slget : SPからのパラメータ転送
- clerr : BCのエラー出力

SP用関数

- getno : SP番号の取り出し
- hrcv : MPからのパラメータ転送
- hsend : MPへのパラメータ転送

応用プログラムの例として、積分の台形公式による数値計算を実行した。32台のSPに積分範囲を等分し、各範囲を並列に計算して、最後に結果を合計することにより、積分値を求める。SPでの処理時間が長くなると、通信などのオーバーヘッドの占める時間は一定なため、その割合が減少し、速度比は一定の値に収束していく。この場合では、32台のSPで1台のプロセッサに比べて約29.5という速度比が得られ、本システムの有効性が実験的に示された。

5. 今後の課題

今後はより高度な並列処理のためのサブルーチンを順次ライブラリ化する。さらにソートなどのアプリケーションをインプリメントし、汎用機としてのシステム処理効率の測定などを行う。また、ディスクのサポートとOSの設計も計画している。

《謝辞》日頃、御指導戴く東北大学奈良久教授ならびに中村維男助教授に深く感謝いたします。

参考文献

- [1] 中田他、"クラスタ方式を用いた共有メモリ型並列処理システムの試作", 情報処理学会第30回全大, 5B-3