

可変構造型並列計算機のネットワーク制御

5X-3

甲斐康司 蒲池恒彦 森 眞一郎 村上和彰 福田 晃 富田眞治

(九州大学大学院総合理工学研究科)

1 はじめに

現在我々は、128台のPE (Processing Element) を128×128のクロスバー網で接続したMIMD型の並列計算機「可変構造型並列計算機」を開発中である^[1]。本稿では、本システムのネットワーク制御について述べる。

2 PE間通信機構

PE間通信機構²は図1に示すように、多重化クロスバー網 (MC-net: Multiplexed Crossbar Network), メッセージ通信ユニット (MCU: Message Communication Unit) および、これらを制御するネットワーク・コントローラ (NETC) で構成している。

2.1 多重化クロスバー網 (MC-net)

8×8のクロスバーLSI (CB-LSI) を256 (16×16) 個用いて構成した128×128のクロスバー網である。このCB-LSIは、プログラム実行時にPEからの接続要求を調停して回線の接続を行うデマンド・モードと、プログラム実行前に回線の接続パターン (最大16パターン) を時系列としてCB-LSI内部の制御メモリに記憶しておき、実行時にこれを順次読み出し回線の接続を行うプリセット・モードの2つの調停機能を持つ。このプリセット・モードを用いて、NETCの制御により接続パターンを時分割多重化していることから、本クロスバー網を多重化クロスバー網と呼ぶ。

2.2 メッセージ通信ユニット (MCU)

他PEとのメッセージ通信を行うためのユニットで、PU (Processor Unit) とMC-netとのインターフェースとして、PUと並行に通信処理を行う。メッセージの送信処理を行うMS (Message Sender) と受信処理を行うMR (Message Receiver) で構成する。

2.3 ネットワーク・コントローラ (NETC)

NETCは、以下に次に述べるMC-netに対してその動作のモード設定および時分割多重化の制御を行う。

3 ネットワーク動作モードの設定

MC-netは256個のCB-LSIの動作モードの組合せにより以下の3つの動作モードを提供する。

1) 単一デマンド・モード

256個全てのCB-LSIがデマンド・モードで動作する。MSの回線接続要求に対し、CB-LSIとMRの2段階で動的に調停を行い回線を接続する。このモードは通信パターンが実行時に決定される非定型な問題処理に有効である。

2) 単一プリセット・モード

256個全てのCB-LSIがプリセット・モードで動作する。このモードでは、クロスバー網全体の接続形態は静的に一意に定まり、実行時における競合は発生しない。したがって、通信形態が定型な問題処理に有効である。

3) ハイブリッド・モード

個々のCB-LSIがデマンド・モードまたはプリセット・モードとして動作するか、あるいは、全く動作しない。処理

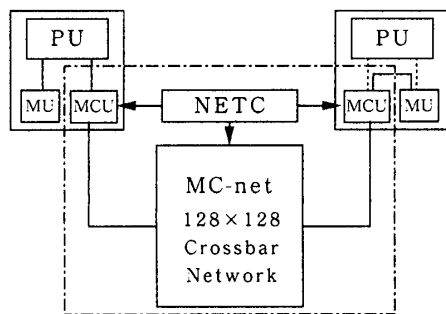
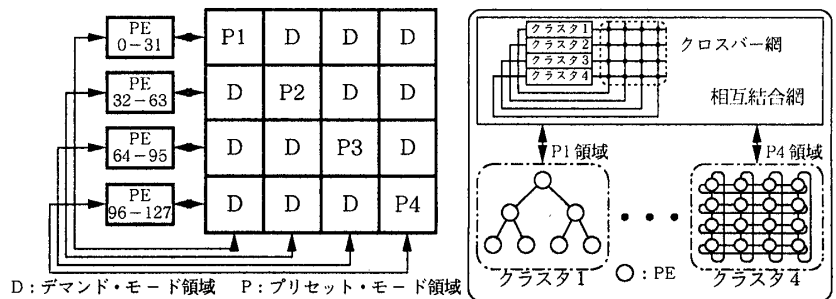


図1 PE間通信機構



(a) MC-netの領域分割の例

(b) 各領域の動作形態の例

図2 ハイブリッド・モードの使用例

の規模および性質に応じて128台のPEを8PE単位で適宜にモジュール分割し、任意の接続形態を持つモジュールを構成可能である。これらモジュール間を接続し、クラスタ構成を採ることが可能であり、クラスタ間の通信にはデマンド・モードおよびプリセット・モードのいずれを用いることもできる(図2参照)。

NETCはMC-netの動作モードを指定するレジスタ、および、256個のCB-LSI対応にデマンド・モード、プリセット・モード、あるいは、非動作の指定を行うビットマップを持ち、これらの内容に従ってMC-netの動作モードを設定する。

4 時分割多重化に関する制御

MC-netが単一プリセット・モードまたはハイブリッド・モードで動作する場合、NETCは、その時分割多重化に関する制御を行う必要がある。図3に、単一プリセット・モードにおける時分割多重化制御の手順の例を示す。

4.1 各種制御情報のロード

タスク・グラフ(図3(a)参照)より自動生成した接続情報、あるいはユーザが明示的に記述した接続情報を、プログラム実行前に各MCUおよびNETC内の制御テーブルにロードする。

MCUの制御テーブルは、各接続パターンにおいてMSおよびMRを、それぞれのPEと接続させるかを指定する(図3(b)参照)。また、NETCの制御テーブルは、各接続パターンの時間間隔(TQ: Time Quantum)および接続パターンのシーケンス(SEQ: Sequence)を指定する(図3(c)参照)。

これらの制御情報のロード終了後、NETCが起動されるとPE間通信機構は動作状態に移る。

4.2 動作状態における制御

時分割多重化の制御は以下の2つのフェーズから成る。

1) 接続パターン・ロード・フェーズ

MCUは、制御テーブルに格納された接続情報からCB-

LSIごとの接続パターンを作成し、NETCの指示に従いそれらを各CB-LSI内のスイッチ制御メモリにロードする。ロード終了後、走行フェーズに移る。ただし、CB-LSIは一時には最大16個の接続パターンしか記憶できないので、それ以上の接続パターンを要する場合、NETCは適宜走行フェーズから接続パターン・ロード・フェーズに戻り、接続パターンの再ロードを行う。

2) 走行フェーズ

NETCはMC-netおよび全MCUを走行状態に移し、制御テーブル内の指定に従って、接続パターンを順次切換えていく(図3(d)参照)。

接続パターンの切換えはTQフィールドで指定された時間間隔を消費したか、あるいは、いずれかのPEからのパターン切換え要求によって起動される。

また、接続パターンのシーケンスは、SEQフィールドにより決り、任意のパターン列の繰返しや、任意のパターンへの分岐が可能である。

5 おわりに

以上、我々が開発中の可変構造型並列計算機の多重化クロスバー網の制御について述べた。これにより柔軟な結合形態を提供することができる。

参考文献

- [1] K. Murakami, et al.: "The Kyushu University Reconfigurable Parallel Processor - Design of Memory and Intercommunication Architectures-", Proc. 1989 Int'l Conf. Supercomputing, pp.351-360, June 1989.
- [2] 森ほか: "可変構造型並列計算機のPE間メッセージ通信機構", 情報処理学会「並列処理シンポジウム JSPP'89」, pp123-130 (1989年2月)

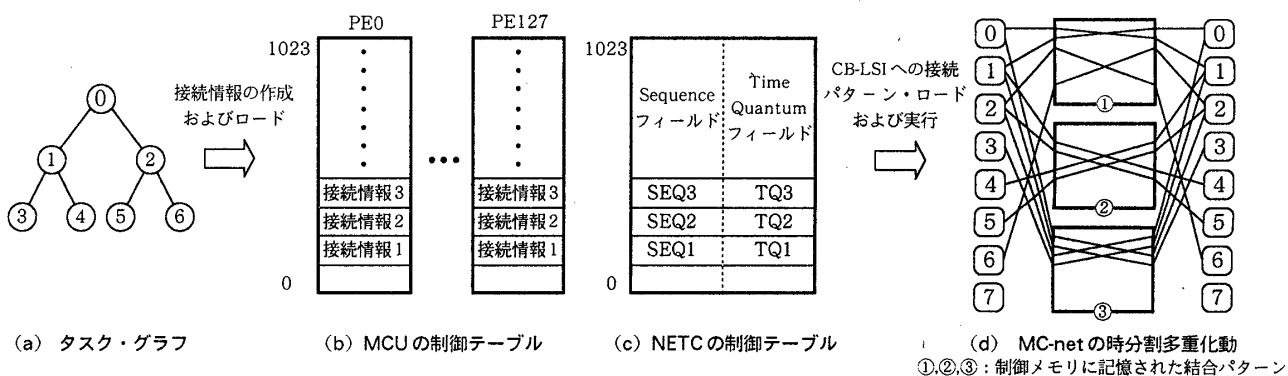


図3 単一プリセット・モード時のネットワーク制御手順