

並列計算機H2Pのシステム構成

6T-6

濱中 直樹¹ 中越 順二¹ 田中 輝雄¹ 面田 耕一郎¹ 村松 晃²

1 (株)日立製作所 中央研究所

2 同 システム開発研究所

1. はじめに

計算機の性能向上により、工学のさまざまな分野で数値実験が行なわれている。しかし、精度のよい数値実験のためには現在の計算能力ではまだ十分とは言えず、より高性能なコンピュータが望まれている。

ベクトルプロセッサの登場はそれまでの計算機と比べ数値計算能力の格段の向上をもたらしたが、ベクトル処理技術そのものは成熟し、今後格段の性能向上は望めなくなってきた。そのため、今後のスーパーコンピュータの主流技術として並列処理技術が注目されている。

そこで、報告者らは将来のスーパーコンピュータとしての大規模並列計算機を構成するための基本技術の確立を目的に、並列計算機H2Pシステムの検討を進めてきた。

本稿では、H2Pのシステム構成および動作概要について述べる。

2. 検討項目

応用分野としては偏微分方程式で記述される現象の数値シミュレーションをはじめ数値計算全般を考えている。検討に際しては、以下に記す項目を中心にすえた。

- (1) 実行効率のよい並列処理アーキテクチャ
- (2) 並列処理を意識しないプログラミング

(1)は、並列計算機を構成する多数のプロセッサの計算能力を十分に利用して高い実効性能を得るために重要であり、データ識別子を利用したプロセッサ間非同期通信方式^{[1][2]}を用いる。この方式によれば、数千台規模のプロセッサを用いる場合にでも効率よく並列処理が行なえることをソフトウェアシミュレーションにより確認している^[3]。

(2)は、プログラムの生産性を高めるのに重要であり、並列計算機を構成する多数のプロセッサの動作をユーザに意識させずにすむようにプログラムを並列化するトランスレータを用意する。

さらに、記憶保護機構、誤り検出・訂正機構などのハードウェアによるエラーチェック機構を設け、ソフトバグによるメモリ破壊やハードエラーによる誤動作を最小限にとどめるようにする。並列計算機を実用化するためには、「動作すべきときに動作する」ことのみならず、「動作すべきでないときには動作しない」ことが重要だからである。

3. システム構成

図1にH2Pのシステム構成を示す。

ハードウェアは、システム全体を制御するホスト計算機と、並列処理を実行する多数の要素プロセッサ(PE)およびこれらを接続するネットワークからなる^[4]。広範囲の応用に適用できるように、ネットワークは任意のPE間で通信可能にする。一般に並列計算機の実効性能は、PE単体性能とPE数、および実行効率の積で表せる。H2Pでは、各PEにベクトル演算器を備えることで単体性能を高め、PEをCMOSで構成することにより多数のPEを置けるようにする。各PEはノイマン型計算機であり、データ識別子を利用したプロセッサ間非同期通信方式をインプリメントし、ローカル記憶と、他のPEから送られてきたメッセージを格納する受信バッファを持つ。メッセージはあて先PE、データとデータ識別子からなる。データ転送のために次の2命令を設ける。

(1) Send命令

あて先PE、データ、データ識別子を指定し、メッセージを送信する。メッセージはあて先PEの受信バッファに格納される。

(2) Receive命令

データ識別子を指定し、この識別子を持つメッセージを受信バッファから取り出す。該当するメッセージがないときにはその到着を待つ。

ソフトウェアは、数値シミュレーション用言語DEQSOL^[5]を自動並列化するトランスレータ^[6]、並列処理部分を指示したFortranを並列化する半自動並列化トランスレータ^[7]、これらのトランスレータが

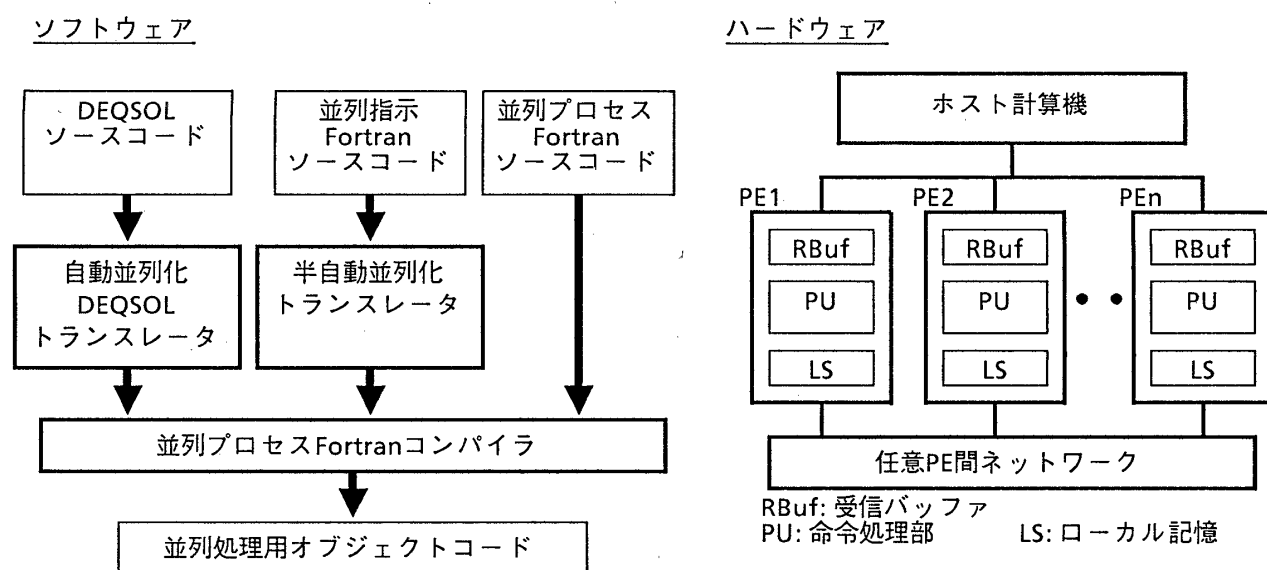


図1 並列計算機H2Pのシステム構成

生成する並列プロセスFortranコードを機械語にする最適化コンパイラ^[8]などからなる。DEQSOLは、偏微分方程式を数値的に解くプログラムのコーディングに、並列処理部分を指示したFortranはDEQSOLでは記述しにくいプログラムのコーディングに用いる。並列プロセスFortran言語は、上述のトランスレータが使用するライブラリや、特別にチューニングしたいプログラムのコーディングにも用いる。トランスレータおよびコンパイラはホスト計算機の上で動作させる。

4. 動作概要

H2Pは次のように動作する。まず、あらかじめホスト計算機で作成した並列処理用オブジェクトコードをホスト計算機がPEのローカル記憶に転送する。原則として各PEに共通のオブジェクトコードを放送する。続いてホスト計算機の起動指示により全PEが動作を開始する。プログラムのうち個々のPE内にあるデータで計算できる部分は各PEが通常のノイマン型計算機として、そうでない部分については上述の命令によりメッセージをやりとりしながら並列処理を進める。PEでのプログラム実行中に0除算やオーバーフローなどの例外事象が発生したときには、まずPEにて割込みを発生し、PEにある割込み処理ルーチンで例外事象の重要度とユーザの指定したモードに応じてホスト計算機へ割込むか否かを判定する。計算が終了してすべてのPEが停止するとホスト計算機がこれを検出し、終了処理を行なう。検出方法としては、(1)ホスト計算機によるビジーウェイト、(2)終了検出用のハードウェアによ

るホスト計算機への割込みの2方法を用意し、ホスト計算機上で実行されるプログラムの処理状況に応じてオペレーションシステムがいずれかを選択するようにする。

5. おわりに

大規模並列計算機構成技術の確立を目的に基本検討を進めてきたH2Pのシステム構成と概要を述べた。

参考文献

- [1] 田中ほか，“データ転送オーバーヘッドの削減を主眼とした並列処理アーキテクチャの提案”，情報処理学会第37回全国大会予稿集pp95-96(1988)
- [2] 田中ほか，“識別子を用いたデータ転送方式を基本とするMIMD型並列計算機アーキテクチャ”，情報処理学会並列処理シンポジウム'89(1989)
- [3] 濱中ほか，“データ転送オーバーヘッドの削減を主眼とした並列処理アーキテクチャの評価”，情報処理学会第37回全国大会予稿集pp93-94(1988)
- [4] 中越ほか，“並列計算機H2Pのプロセッサ間非同期データ転送方式”，本大会予稿集
- [5] 梅谷ほか，“数値シミュレーション言語DEQSOL”，情報処理学会論文誌Vol 26, pp168-180(1985)
- [6] 佐川ほか，“並列計算機向けDEQSOLの基本検討”，本大会予稿集
- [7] 斉藤ほか，“分散共有メモリのためのFORTRANインタフェース”，本大会予稿集
- [8] 岩澤ほか，“並列プロセスFORTRAN言語と処理系”，本大会予稿集