

1 G-5 並列計算機用FORTRANの 並列化トランスレータの基本構想

太田 寛¹⁾ 迫田 行介¹⁾ 斉藤 鉄郎²⁾ 前田 栄一郎³⁾

(株)日立製作所システム開発研究所¹⁾ 日立マイクロコンピュータエンジニアリング(株)²⁾ 日立ニュークリアエンジニアリング(株)³⁾

1. はじめに

大規模並列計算機システムでのプログラミングを容易にする方法の1つに、逐次型プログラミング言語の並列化というアプローチがある。本稿では、分散メモリ方式並列計算機H2Pのユーザインタフェイスの1つとして検討中の、DP計算モデル¹⁾に基づいた指示文方式並列化FORTRANのトランスレータ(ParaFORT)の基本構想について報告する。

2. 処理系の構成

H2Pのハードウェアは、1台のホスト計算機と、ネットワークで互いに結合された多数のPEから構成される²⁾。

図1に、FORTRANをH2P上で実行するためのソフトウェア構成を示す。ユーザは、通常のFORTRANプログラムに、並列化のための指示文を注釈行の形式で挿入した指示付きプログラムを作成する。ParaFORTは、このプログラムを入力して並列化を行い、ホスト用、PE用の2種類の並列プロセスFORTRAN³⁾ソースプログラムを出力する。さらにこれを並列プロセスFORTRANコンパイラに通すことによって、H2P用のオブジェクトコードが生成される。

このように、2段階で処理することの利点は、最適化、ベクトル化などの処理をコンパイラの方で行うことにより、並列化の処理を独立したモジュールとして分離できることである。具体的には、次のようなことである。

- (1) FORTRAN以外のH2P用の言語(例えばDEQSOLなど)の処理系を開発する場合に、各言語について並列化処理部分のみを開発すれば良い。
- (2) ハードウェアの仕様の少々の変更に対しては、コンパイラやライブラリ関数のみを変更すれば良い。

3. 言語仕様

3.1 並列化指示文

ParaFORTの入力であるFORTRANに挿入する指示文には、次のようなものがある。

- (1) MAP文: 配列の分散割り付け方法を指示する。

[例] *TDIR MAP (A(I), I=1, 1024)

… A(1)からA(1024)を各PEに順に割り付ける。

- (2) PAR文: 並列実行するDOループを指定する。

[例] *TDIR PAR(I)

```
DO 10 I=1, 1024
```

```
10 A(I)=0.0
```

```
*TDIR ENDPAR
```

… このDOループを各PEで並列実行する。

この「通常のFORTRAN+指示文」という言語仕様を採用することの効果は次の通りである。

- (A) 従来のFORTRANプログラム財産を、できるだけ少ない変更量で並列処理できるようにする。
- (B) FORTRANを知っているユーザにとっては、新しく言語を学ぶ必要がなく、とっつきやすい。
- (C) アルゴリズムの検証・デバッグは、従来の逐次処理システムでできる。
- (D) ユーザの習熟度に合わせて指示文を追加していくことにより、段階的に並列化プログラムのチューナップができる。

3.2 並列プロセスFORTRAN

並列プロセスFORTRANは、プロセッサ間通信や同期制御などの機能を、ライブラリにより拡張した言語である。ParaFORTが出力するプログラムで使用するライブラリモジュールの例を表1に示す。

4. 並列化変換

ParaFORTの行う並列化変換の主なものを以下に示す。

- (1) MAP文の指示に従って配列データを分散割り付ける。

Basic Plan of FORTRAN Parallelizing Translator for a Parallel Processor

Hiroshi OHTA¹⁾, Kousuke SAKODA¹⁾, Tetsuo SAITO²⁾, Eiichiro MAEDA³⁾

Hitachi Systems Development Lab.¹⁾, Hitachi Microcomputer Engineering Ltd.²⁾,

Hitachi Nuclear Engineering Ltd.³⁾

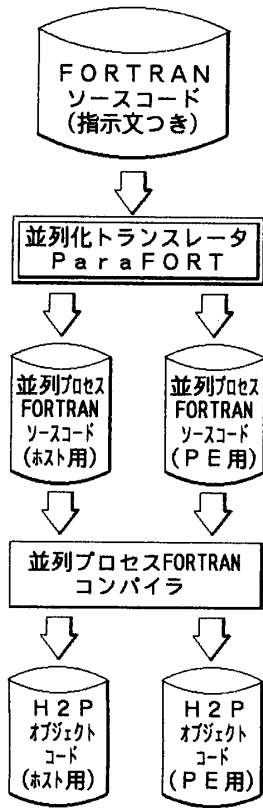


図1 FORTRAN並列実行のためのソフトウェア構成

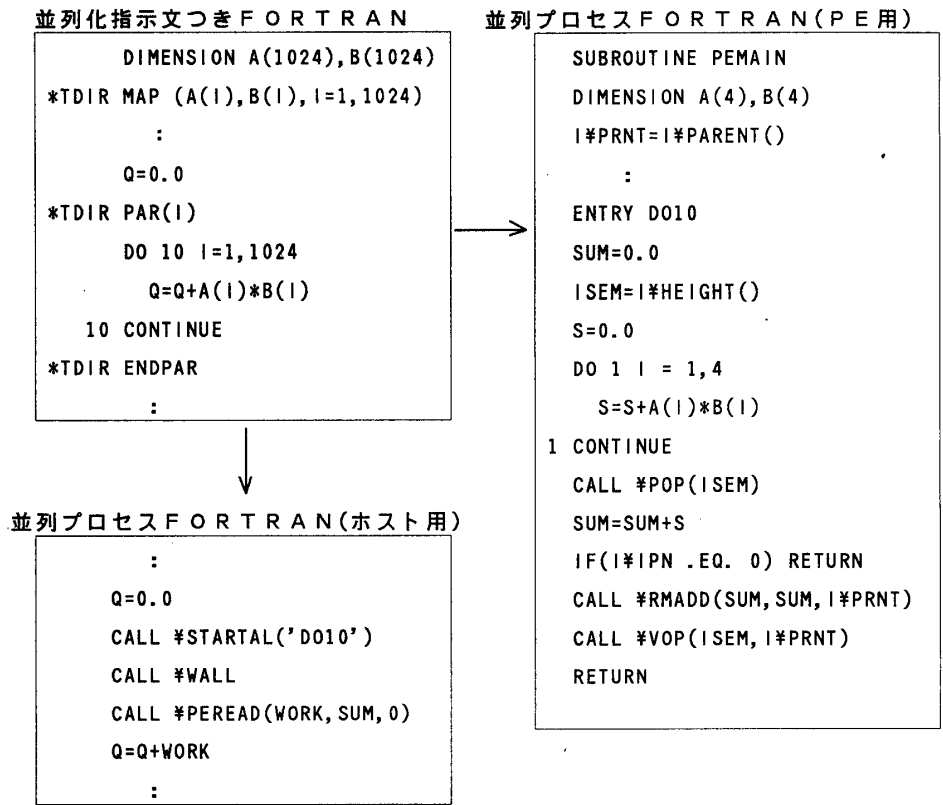


図2 並列化変換例(総和計算、PE 256台)

- (2) PE間にまたがるデータの参照が並列化変換時に確定している場合は、他PEのデータのコピーを格納するためのコピー配列などを宣言する⁴⁾。
- (3) コピー配列を持つ配列への代入に対してコピー配列へのデータ転送を行う。
- (4) DOループの初期値、終値、増分値をローカルインデックスに変換する。
- (5) 間接インデックス(リストベクトルによる)参照に対してリモートオペレーションを用いる。
- (6) 特定のパターンの計算をそれに適した方法で行う。例えば、総和計算をトーナメント方式で行う。

図2に総和計算の変換例を示す。

5. おわりに

指示文方式FORTRAN並列化トランスレータ(ParaFORT)の基本構想について述べた。

6. 参考文献

- 1) 村松、他：データパラレル計算モデルの提案；第36回情処全大講演論文集、1988。
- 2) 濱中、他：並列計算機H2Pのシステム構成；第38回情処全大講演論文集、1989。
- 3) 岩澤、他：並列プロセスFORTRAN言語と処理系；第38回情処全大講演論文集、1989。
- 4) 斉藤、他：並列計算機用FORTRANのDOループ実行制御方式；第40回情処全大講演論文集、1990。

表1 並列プロセスFORTRANライブラリモジュールの例

#STARTAL, #WALL	PEプログラムに起動を掛ける、またその終了を待つ
#PEREAD, #PEWRITE	ホストからPEのデータを読み書きする
#RLOAD, #RST	他のPEのデータを読み書きする
#RMADD, #RMSUB, ...	他のPEのデータに自PEのデータを加減乗除する
#POP, #VOP	セマフォにより同期を取る
I#PARENT, I#HEIGHT	トーナメント方式総和計算での親PE番号やセマフォの初期値を求める