

HPF フルセット仕様をサポートした処理系の実現

2P-2

西谷 康仁[†], 根岸 清[†], 小林 篤[‡], 布広 永示[†]

[†](株)日立製作所ソフトウェア開発本部, [‡]日立東北ソフトウェア株式会社

1 はじめに

超並列計算機を用いた大規模計算分野では、並列処理向けの記述言語として HPF(High Performance Fortran)が注目されている。HPFは、Fortran プログラムにデータ分散指示文を挿入することにより、データ並列を記述する仕様を提案している。

今回我々は、HPFのトランスレータを開発し、超並列計算機 SR2001 上で動作させた。本処理系は、HPF のフルセットをサポートし、HPF プログラムを Fortran90 の SPMD(Single Program Multiple Data stream) プログラムに変換して実行する。

本稿では、この HPF 処理系の特徴と実現方式について述べる。

2 本処理系の特徴

開発した HPF 処理系の主な特徴を以下に挙げる。

1. HPF のフルセットをサポート

全ての HPF 指示文、FORALL 文、HPF ライブラリなど、HPF Language Specification Ver.1.0 [1] で規定されている HPF のフルセットをサポートしている。

2. Fortran90 仕様のサポート

HPF は、Fortran90 を拡張してデータ分散指示文や FORALL 構文などを付け加えたものである。Fortran90 仕様をサポートすることにより、

- (1) 並列処理用の簡潔な式を作るために役立つ配列演算機能

- (2) 分散メモリ環境での効率的なメモリ管理の実現を容易にする動的記憶割り付け
- (3) 手続き間でのマッピング情報の伝搬を可能にするインターフェースブロック

等の、HPF の記述及び処理系の実現に有効な機能を使用できる。

3. トランスレート方式

本処理系では、HPF プログラムを、通信コードを含んだ Fortran90 プログラムに変換するトランスレート方式をとっている。

3 処理系の実現方式

本処理系の構成を図 1 に示す。

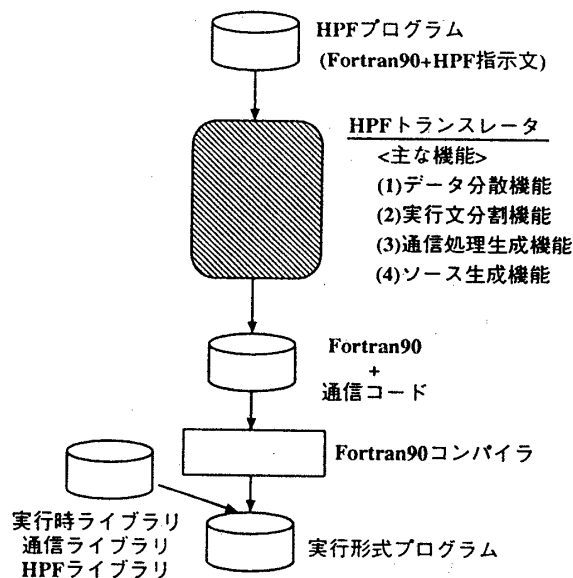


図 1 HPF 処理系の構成

HPF トランスレータは、Fortran90 に HPF 指示文を埋め込んだ HPF プログラムを、Fortran90+通信ライブラリ呼び出しコードに変換する。変換

Implementation of a fullset HPF Translator
Yasunori NISHITANI[†], Kiyoshi NEGISHI[†], Atsushi KOBAYASHI[†], Eiji NUNOHIRO[†]
[†]Software Development Center, Hitachi Ltd., [‡]Hitachi Tohoku Software Ltd.

されたプログラムは、Fortran90 コンパイラでコンパイルされ、実行時ライブラリ等とリンクされて実行形式のプログラムが生成される。

HPF トランスレータの開発は、Fortran90 コンパイラのフロント及びミドルフェーズに改造を加え、これにソース生成機能を付け加えることにより行なった。

HPF トランスレータの主な機能を以下に説明する。

1. データ分散機能

DISTRIBUTE, ALIGN 等の HPF 指示文に従って、配列データが各プロセッサに分配されるように変換する。

配列の分散情報の管理は、分散形状に関する情報を保持する構造体を各変数ごとに作り、それを参照することにより行なう。手続き間での分散形状の受け渡しは、手続き引数を通してこの構造体を渡すことで実現している。

2. 実行文分割機能

DO 文や FORALL 文などのループを、OCR(Owner Computing Rule)に従って分割する。ループ内の代入文の左辺配列を持つプロセッサでのみループの繰り返しが行われるようにループ範囲を変換する。また、分散された配列の添字は、分散後の配列の範囲に合うように変換される。

3. 通信処理生成機能

分散の結果必要となるプロセッサ間通信の解析および通信コードの生成を行なう。自プロセッサで保持していないデータに対する参照があった場合に、そのデータに対する送受信文を生成する。通信量、通信形態に応じて、SEND/RECEIVE 型通信または BROADCAST 型通信を選択し、通信の融合、通信データの圧縮・伸張などの最適化を行なって、通信を実行する。

4. ソース生成機能

解析結果を元にソースプログラムを出力する。出力されるソースは、通信ライブラリの呼び出しコードを含む Fortran90 の SPMD プログラムである。

4 最適化

並列計算機の性能を引き出すためには、並列実行を行なうためのオーバーヘッドを削減することが必要である。HPF トランスレータでは、並列化に伴うオーバーヘッドを最小限に抑えるため、ループ最適化、通信最適化等の最適化技術を実現している。表 1 に、主な最適化項目を示す。

表 1 HPF トランスレータの最適化項目

項目	機能
ループ最適化	ループ範囲の縮小(添字関数法)
	実行時判定の削除
通信最適化	通信のベクトル化
	ブロックストライド通信
	通信の融合
	通信データの圧縮・伸張
	不要通信の削除

5 おわりに

本稿では、我々が開発した HPF 処理系について、トランスレート方式を中心に述べた。Fortran90 コンパイラをベースに改造を加えることにより、HPF フルセットをサポートする処理系を実現した。

今後の強化項目として、

- 手続き間解析
- 並列入出力
- ユーザーチューニング支援(指示文の追加)

などを予定している。

参考文献

- [1] High Performance Fortran Forum. "High Performance Fortran Language Specification Version 1.0" May, 1993.
- [2] S.Hiranandani, K.Kennedy, and C.Tseng. "Compiler Optimizations for Fortran D on MIMD Distributed-Memory Machines" Proc. Supercomputing'91, Nov 1991.