

5D-8

並列化支援システム「Parassist」の試作
—不正並列化検出方法—

佐藤 真琴* 菊池 純男* 橋本 博幸* 佐々木 祥吾**
(株)日立製作所 中央研究所* 日立東北ソフトウェア(株)**

1. はじめに

既存のプログラムの並列化を支援するシステム Parassist[1](Parallelization Assist System)における不正並列化検出方法について述べる。我々は共有メモリ型並列計算機を対象に、複数のプロセスから同一アドレスへ不正な順序でアクセスするというバグを見つけるため、トレース対象及びトレースを行なうテキスト範囲の指定に有用な情報を提供するツールを試作した。トレースを主にして並列プログラムのデバッグを行なう場合、そのトレース量の膨大さが問題になる。従ってユーザは、トレース対象、トレースを行なうテキスト範囲などを指定してトレース量を減らす必要がある。巨大なプログラムに対してこれらの指定をユーザが行なう時、例えばトレース対象変数の指定において、手続き呼出し先の変数の考慮など、ユーザの負荷が増大することが予想される。よって、これらの指定の際にユーザの参考になる情報があることが望まれる。本発表では、試作したツールの機能、処理の流れについて報告する。対象とするプログラムは、正しく動作する逐次プログラムに、並列化指示文、同期・排他制御文を加えたものである。

2. 機能概要

本ツールは、以下に述べる機能を持つ。

(1) 並列プログラム簡略表示機能

並列プログラムから並列記述や手続き呼出し文、DOLoopのみを抜き出し、さらにそれらを簡略化して表示したもの。この表示上で手続き呼出し文を選択すると、呼出し先の簡略表示を呼出し元の簡略表示中に展開する。さらにこの表示上で、並列化のためユーザが挿入した並列化指示文の有効化/無効化ができる。並列化単位がネストする場合は、この機能によりネストを一重化すると後述する(3)の機能から一重化した並列化単位が不正か否かが検出できるので、一重化するネストレベルを変えることによりどのネストレベルが不正なのか分かる。

(2) 検査候補変数名表示機能

ユーザが並列化単位を指定したとき、その並列化単位で検査候補となる変数名を表示し、ユーザがその中から検査対象とすべき変数を設定できる。本試作では、並列化単位内で定義される可能性のある変数名を検査候補変数名とした。検査候補変数名は手続きをまたがって解析するので、並列化単位中に手続き呼出しを含むプログラムにも対応できる。

(3) 不正並列化単位検出機能

実行結果不正が生ずる最外側並列化単位を自動的に検出し、値が不正となる変数名とその並列化単位直後の値を出力する。並列化単位が最外側か否かは実行時に決定する。検査は、逐次実行による検査対象変数値と並列実行による検査対象変数値を比較することにより行なう。比較の結果、両者の値が異なれば並列実行による値を逐次実行による値で初期化する。従って、一度の実行でプログラム中のすべての不正な最外側並列化単位の検出が可能である。本機能の結果得られた、値の異なる変数、不正並列化単位が、トレースを行う際のトレース対象及びトレースを行なうテキスト範囲となる。

3. 本ツールの特徴

上記の機能を持つ本ツールは、以下の特徴を持つ。

- (1) 検査は並列実行に影響を与えない。
- (2) 検査はソースプログラムに手続き呼出し文を挿入するだけで実現できるので、他のデバッグ機能も同時に使うことができる。
- (3) 並列化に伴い発生する誤差の監視ができる。
- (4) 検査候補変数の解析、検査のためのソースプログラムの変換及び検査の実行はツールが行うのでユーザの負荷は小さい。

4. 処理の流れ

図1に処理の流れを示す。

4.1 検査実行のための準備

アナライザ[2]はソースプログラムを解析し、手続き内・手続き間情報を出力する。本ツールは

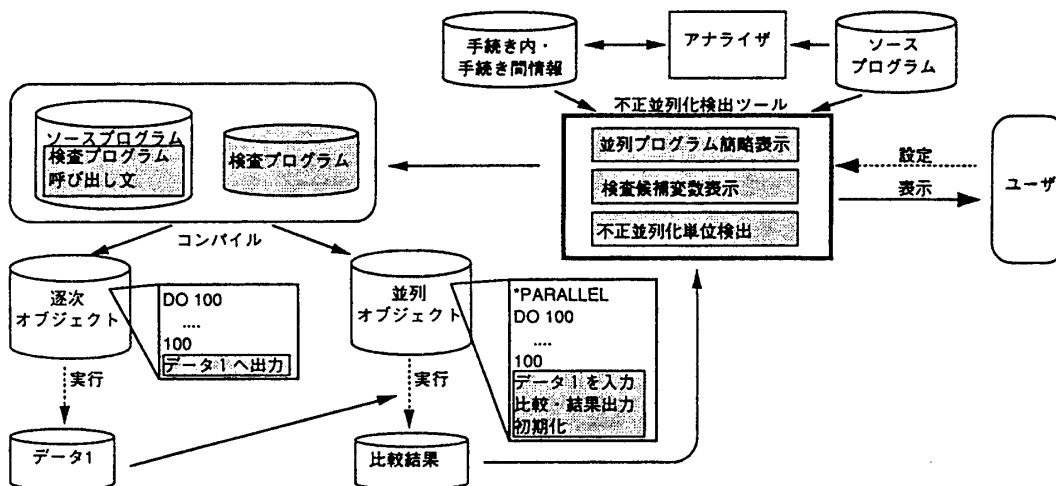


図1 処理の流れ

これを入力して並列プログラム簡略表示を行い、ユーザの指定した並列化単位に対する検査候補変数名を表示する。ユーザによる検査対象変数名の設定に従い、不正並列化単位検出のため、ソースプログラムに検査プログラム呼び出し文を挿入するとともに、検査プログラムを生成する。次にこれらを逐次・並列両オプションでコンパイルして、逐次・並列両オブジェクトを得る。

4. 2 検査実行

まず逐次オブジェクトを実行し、並列化単位に相当する部分であるDOループ直後において検査対象変数の値を出力してデータ1とする。次に並列オブジェクトを実行し、並列化単位であるDOループ直後においてデータ1の値を読み込み、同じ名前を持つ検査対象変数値と比較し、比較結果を出力し、並列プログラム中の検査対象変数値をデータ1の値で初期化し、プログラムの実行を継続する。最後にこの比較結果をユーザに表示する。

5. 表示例

図2に並列プログラム簡略表示と、不正並列化単位検出機能による比較結果を示す。

6. 終わりに

共有メモリ型並列計算機を対象に、デバッグ時のトレース量を減らすため、トレース対象、トレースするテキスト範囲をユーザが指定するのに有用な情報を提供するツールを試作した。検査候補変数の解析において、手続き間解析の結果を用いたことにより、手続き呼び出し先の変数も漏れなく候補とすることができた。ソースプログラムの変換から検査実行までツールで行うことによりユーザへの負荷を最小にできた。

<参考文献>

- [1] 菊池他: "並列化支援システム「Parassist」の試作 -機能と構成-": 本大会予稿
- [2] 飯塚他: "並列化支援システム「Parassist」の試作 -プログラム解析方法-": 本大会予稿

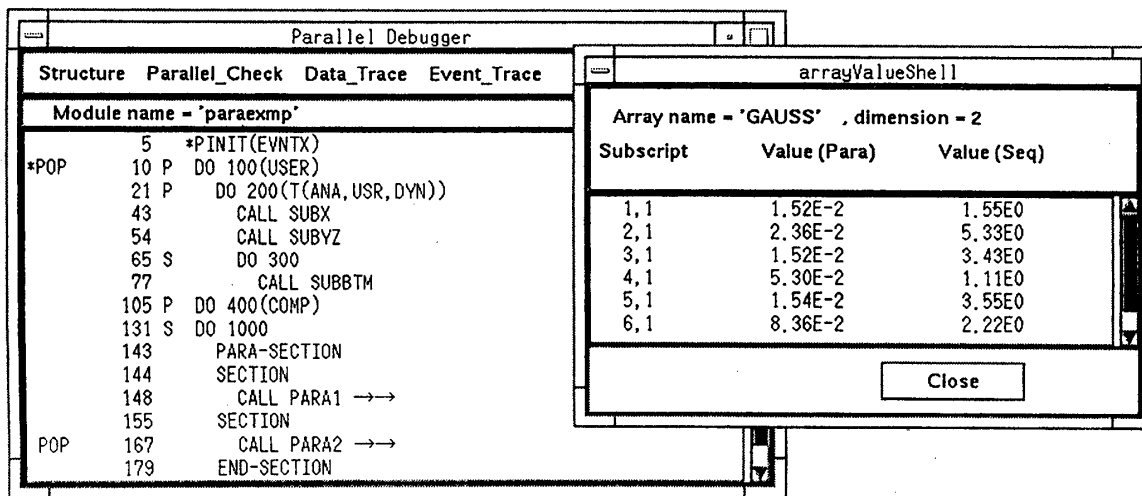


図2 並列プログラム簡易表示と比較結果