

1. 序論

並列アルゴリズムの設計およびその計算量の解析は多くの場合 PRAM(Parallel Random Access Machine) 上で行われるが、それを実現するには非常に困難である。そこで本研究では、並列アルゴリズムの設計およびその計算量の解析の容易化を支援するために PRAM シミュレータの一部である PRAM コンパイラおよび PVSM (Parallel Virtual Stack Machine) インタプリタを設計する。

2. 研究内容

PRAM シミュレータは PRAM アルゴリズムを使用するための高級言語とアセンブラ、高級言語をアセンブラに変換するコンパイラ、PVSM インタプリタの 4 つからなる。本研究では、高級言語として K07 言語¹⁾、アセンブラとして VSM アセンブラを用いる。本研究では、PRAM 用の並列プログラムを記述するために、K07 言語に PRAM 上での並列処理を行う命令 `parallel` 文および特殊記号 `$p` を加え、VSM アセンブラの命令セットに `PARA`、`SYNC`、`PUSHP` を加えた。

`parallel` 文の文法は以下の通りである。

`parallel(式①,式②)文`

式①、②は並列計算をする際に使用するプロセッサ番号であり、式①～②のプロセッサを用いて以降に続く文を並列に実行する。また、特殊記号 `$p` は `parallel` 文を実行中のプロセッサ番号を表す。

アセンブラの命令セットに加えた `PARA`、`SYNC`、`PUSHP` の動きは以下の通りである。

`PARA` : 並列状態へと移行する。

`SYNC` : プロセッサ間で同期をとり、並列状態を終了する。

`PUSHP` : プロセッサ番号をスタックに入れる。

また、本研究では、拡張した高級言語 K07 言語をアセンブリコードに変換するコンパイラおよび PVSM を作成した。本研究で作成したコンパイラで変換された VSM アセンブラを PVSM で実行することにより、PRAM アルゴリズムの実行をシミュレートでき、PRAM 上で実行させた際の実行時間を計測できる。これにより逐次状態と並列状態の PRAM アルゴリズムの計算量を実験的に評価できる。

さらに本研究では、VSM を 2 次元配列にすることにより、`parallel` 文中で `parallel` 文を使用する 2 重入れ子構造に対応できるように拡張した。また、それに伴い、プロセッサ番号を 2 桁の 10 進数で表示できるように改良した。

3. 結果・考察

以下に、本研究で作成したコンパイラの実行例を示す。

図 1 は拡張した K07 言語を用いて記述した PRAM 用並列言語プログラムである。本研究で作成されたコンパイラを用いることにより、図 1 のプログラムは図 2 の VSM アセンブラに変換される。図 2 の VSM アセンブラを PVSM で実行することにより、図 3 の実行結果が得られ、表示された実行結果の一部には、各プロセッサの出力と実行にかかったステップ数、使用されたプロセッサ数が出力されている。

```

main(){
    parallel(0,5){
        parallel(0,3){
            writeint($p);
        }
    }
}

```

```

PUSHI 0
PUSHI 5
PARA
PUSHI 0
PUSHI 3
PARA
PUSHP
OUTPUT
SYNC
SYNC
HALT

```

図 1 : PRAM 並列言語プログラム 図 2 : VSM アセンブラ

```

0 1 2 3 10 11 12 13 20 21 22 23 30 31 32 33 40 41 42 43 50 51 52 53
Execution time : 11
Sequential time : 4
Parallel time : 7
Number of processes: 24

```

図 3 : PVSM 実行結果

4. 結論

本研究では PRAM での実験的な評価を行う為に、並列コンパイラと PRAM の動作を記述できる高級言語を作成した。本研究で作成した高級言語は PRAM アルゴリズムの動作を記述できる。また本研究で作成したコンパイラおよび PVSM を用いることで PRAM アルゴリズムの計算量の実験的な評価を行うことができる。さらに VSM を 2 次元配列にしたことにより、2 段階までの `parallel` 文の処理が可能となった。

参考文献

- 1) 平成 19 年度第 5 セメスター 情報・コンピュータシステムプロジェクト I 指導書