

データ駆動計算機 SPM の性能評価 (2)

1N-5

岡本一見 一色信之 三浦宏喜 清水雅久 森 憲敬

三洋電機(株) 情報通信システム研究所

1. はじめに

画像処理演算をはじめとする数値演算を高速に実行することを目的として、筆者らは既にデータ駆動計算機 SPM (SANYO Parallel Machine) ならびにその言語処理系を開発している⁽¹⁾⁽²⁾。

今回、SPMの性能評価を行い、当初の目標性能が得られていることを確認した。特に画像処理の分野においては台数効果も十分であり、実用性が明らかになったので報告する。

2. 評価方法

評価の対象となる実験システムは、処理エレメント (PE) 4台、高機能メモリ (FM) 1台、ホストインタフェース (HIF) 1台および表示プロセッサ (DP) 1台がリングネットワーク上に接続されて構成されている⁽³⁾。この実験システムに対し、評価プログラムを高級言語 SPC で作成して評価を行った。SPC は SPM 用プログラムの開発のために当社が開発した C 言語準拠の高級言語であり、今回はこの SPC コンパイラ等のソフトウェアを含めて総合的に SPM を評価するために、SPC で作成した評価プログラムで評価した。評価は、次に示す評価プログラムを SPM 上で実行させて、その処理時間を調べることにより行った。

- ① 3 × 3 マスク演算 [512 × 512]
- ② マンデルブローのフラクタル図形描画 [512 × 400]
- ③ アフィン変換 [512 × 512]
- ④ レイトレーシング法による物体表示 [490 × 280]
- ⑤ 連立 1 次方程式 [ガウス・ヨルダン法、600元]

なお、④のレイトレーシング法による物体表示では、2個の球と1個の楕円体が地面に影を落とす画像の表示を行った。

また上記の評価プログラムにはいずれも十分な並列度を持たせているので、PEのパイプラインは充足されていると考えてよい。

3. 評価のポイント

① 1 PE あたりの実効性能

各アプリケーションにおける 1 PE あたりの実効性能を調べ、PE の最高処理能力と比較することにより、同期やループなどの制御に要する処理量を評価した。

② PE の台数効果

理想的な状態では処理速度は PE の台数に比例する。しかし一般的には PE 間の通信や負荷の不均等によって、処理速度が PE の台数に比例しない場合が多い。今回の評価実験では、この点に関する評価をメモリアクセス時間の評価とともにに行った。

4. 評価結果

各アプリケーション (評価プログラム) における PE 1 台あたりの処理時間を表 1 に示す。また、PE のパイプラインが十分に詰まっている状態での PE の台数効果を表 2 ならびに図 1 に示す。図 1 の縦軸は、PE 1 台の時の処理速度を 1 とした時の PE 2 ~ 4 台の処理速度を表す。グラフより、アフィン変換、レイトレーシング処理などが PE の台数に比例した処理速度を実現しているのがわかる。

表 1. 1 PE あたりの各種アプリケーションの処理時間

アプリケーション	時間 [msec]	処理速度* [MFLOPS]	処理速度** [MOPS]
マスク演算 [512 × 512]	1,610	3.8	4.2
フラクタル [512 × 400]	101,500	3.1	3.3
アフィン変換 [512 × 512]	1,980	2.3	3.3
レイトレーシング法による 物体表示 [490 × 280]	19,710	2.7	3.2
連立 1 次方程式 [600元]	172,000	1.3	2.6

注) * : 浮動小数点演算の処理速度
 ** : 浮動小数点演算以外の演算も含めた処理速度

Performance Evaluation of Data Driven Computer "SPM" (2)

Kazuaki OKAMOTO, Nobuyuki ISSHIKI, Hiroki MIURA,
 Masahisa SHIMIZU, Noriyuki MORI
 SANYO Electric Co., Ltd.

5. 検討

[1 PEあたりの実効性能の評価]

表1が示すとおり、評価に用いたほとんどのアプリケーションの処理においては、PEの最高性能(5MOPS)に比して十分な処理能力を得ることができた。特にマスク演算をはじめとする画像処理演算に関しては、データ駆動型の処理方式が有効であることを示している。一方、連立方程式の解を求める処理能力が他のアプリケーションに比べて劣っているのは、処理の小さなループが多重になっているため、その同期処理のためのオーバーヘッドが大きいものと推定される。これは本質的に逐次ループの構造が並列処理に向いていないためと思われる。

[PEの台数効果]

表2に示す各アプリケーションの中で、レイトレーシング処理とフラクタル描画はFMを使わずPE内のローカルメモリだけで処理を進めているのに対し、他の3つのアプリケーションではFMをデータメモリとして使用している。

まずFMを使わない2つの処理においては、PEの台数にほぼ比例した処理速度が得られている。フラクタル描画では台数効果に若干の低下が見られるが、これはPEにおける負荷の不均等に起因するものである。

一方、FMを使用する3つの処理においては、図1が示すとおり台数効果の現れ方に差が見られる。アフィン変換が十分な台数効果を示しているのに対し、マスク演算と連立方程式では十分な台数効果が見られない。この原因はFMへのアクセス競合によるものが大きい。すなわち、比較的FMへのアクセスの割合が小さいアフィン変換においては十分な台数効果が得られるのに対し、FMの使用頻度の高いマスク演算、連立方程式ではFMへのアクセス競合がオーバーヘッドとなっている。実際、連立方程式においては、PE3台の処理で既にFMの処理能力(サイクルタイム200nsec)を超えるメモリアクセスが行われている。

6. おわりに

データ駆動計算機SPMの性能評価を行った結果、画像処理分野における種々の演算では十分な実効性能を引き出せることを確認した。また処理エレメント(PE)の台数効果も十分であることを確認した。一方で短いループの処理に対する問題点が明らかになった。

今後は、さらにSPMの性能を向上させるためにループの処理方式等について検討していく予定である。

最後に、本研究を御指導・御支援していただいた関係各位に厚く感謝する。

参考文献:

- (1) 田中他: 「データ駆動計算機SPMの試作」 第36回情報処理全国大会講演論文集7B-5
- (2) 西川他: 「データ駆動計算機SPMのコンパイラ」 同 7B-6
- (3) 田中他: 「データ駆動計算機SPMの性能評価(1)」 第37回情報処理全国大会

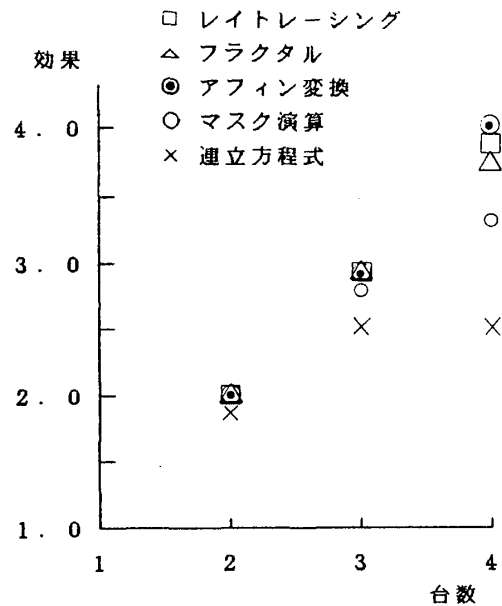


図1 PEの台数効果

表2. PEの台数効果

台数	レイトレーシング	フラクタル	アフィン変換	マスク演算	連立方程式
	時間[msec]	時間[msec]	時間[msec]	時間[msec]	時間[msec]
1	19,710(-)	101,500(-)	1,980(-)	1,610(-)	172,000(-)
2	9,930(2.0)	51,490(2.0)	990(2.0)	820(2.0)	91,400(1.9)
3	6,710(2.9)	35,060(2.9)	680(2.9)	570(2.8)	70,200(2.5)
4	5,040(3.9)	26,870(3.8)	500(4.0)	490(3.3)	69,700(2.5)

()内の数字は、PE1台の処理速度を1とした時の相対処理速度