

メモリ型プロセッサによる動画像処理システム RVS-2

5R-6

— 性能評価 —

山下信行 藤田善弘 許昭倫 古賀拓也 岡崎信一郎

NEC 情報メディア研究所

1 はじめに

現在、研究開発中の動画像処理システム RVS-2[1] は、SIMD 型の並列動作を行う 512 個のプロセッシングエレメント (PE) からなるシステムであり、1 ボードタイプのコンパクトさと高性能を両立した動画像処理システムを目指したものである。

今回、RVS-2 の性能を、いくつかの画像処理アルゴリズムを用いて評価を行った。その結果、基本画像処理についてのリアルタイム性を確認したので報告を行う。

2 システムの概要

RVS-2 は、一次元アレイ構成の PE を 64 個と 2Mbit の SRAM を 1 チップに集積した IMAP-2 チップ [2] を 8 個用いたシステムであり、512PE と 2MByte のメモリを持つ。このシステムは、40MHz で動作し、30.7GIPS のピーク性能を有する。

3 画像処理性能評価

各種基本画像処理について、アセンブラ言語によって、プログラムを作成し、評価を行った結果を表 1 に示す。RVS-2 ではカラー画像を扱うことも出来るが、本評価では、対象とする画像を、512 × 512 のサイズの 8 ビット白黒濃淡画像とした。また、フィルタリング処理は全て 3 × 3 のマスクサイズである。ここでは、RVS-2 の持つ広いメモリバンド幅の必要性を平均メモリデータ転送レートで示すとともに、各 PE 単位の間接アドレッシング機能、CAM 的な検索機能によって、ヒスト

グラムやハフ変換等のアルゴリズムが効率的に処理出来ることを示す。

表 1: 画像処理性能

画像処理 アルゴリズム	処理時間 ( $\mu$ s)	対リアル タイム比	平均メモリデータ 転送レート (GB/s)
画像間差分	103	320 倍	7.68
平均フィルタ	421	78 倍	1.23
ラプラシアンフィルタ	421	78 倍	1.23
レンジフィルタ	663	50 倍	0.79
シャープニングフィルタ	408	81 倍	1.28
ヒストグラム	735	45 倍	3.89
ハフ変換 (投票)	5670	5.8 倍	3.17

3.1 画像間差分

画像間差分は、メモリアクセスの割合が非常に高い一例である。この処理の平均データ転送レートは 7.68GByte/s であり、RVS-2 の広いメモリ幅を有効に生かすことで、103ms という動画像処理の 1 フレーム時間 (33ms) の約 320 倍の高速処理を実現している。

3.2 フィルタリング

フィルタリング処理は、画素単位の並列性を持つため、RVS-2 では、512PE により行単位の並列処理を行うことで、表 1 のように高速処理が出来る。各々のフィルタリング処理は、408 $\mu$ s から 663 $\mu$ s で 1 フレームの処理を実行可能である。これは、1 フレーム時間の約 50 ~ 80 倍の高速処理が可能であることを意味する。フィルタリング処理は、各行毎に、一行のロードと結果のストア以外は、演算処理なので、平均メモリデータ転送レートは約 1GByte/s 程度である。

3.3 ヒストグラム

濃度ヒストグラム処理は、以下のように処理される。まず、入力画像の 1 行毎に画素値をアドレスとして、

RVS-2: A Real-Time Vision System based on Integrated Memory Array Processors — Performance Evaluation —  
Nobuyuki Yamashita, Yoshihiro Fujita, Sholin Kyo,  
Takuya Koga, Shin'ichiro Okazaki  
Information Technology Research Laboratories,  
NEC Corporation

IMAPチップの間接アドレッシングによるメモリへの書き込みをすることで、画像の列毎のヒストグラムを計算する。次に列単位のヒストグラムを全体で計数するために、PE間転送と間接アドレッシングによるメモリの読み出し、書き込みを行う。表1に示すように、この処理の平均メモリデータ転送レートは3.89GByte/sであり、全体の処理のうち、メモリアクセスの割合が約38%と高い。また、間接メモリアクセスは全体の約17%を占めるので、間接アドレッシング機能を持たないとき、並列に処理できない部分が処理時間の大半を占めるようになり、処理時間が大幅に増加する。間接アドレッシングはヒストグラムや次に示すハフ変換等で頻繁に使用されるので、各PEが異なる行のデータをアクセス出来る機能は、非常に重要であるといえる。

### 3.4 ハフ変換

ハフ変換やラベリングでは、前処理を施されたエッジ画像や二値画像に対して、画素が存在する座標の値やそのラベル値を取り出して、全部または一部のPEにブロードキャストする必要がある。このため、RVS-2ではデータの有無を示すフラグの立っているPEから、値を順次読みだしていくというCAM的な検索機能を演算によって、効率良く行えるようになっている。これによって、取り出された値はコントローラ経由で、512個のプロセッサにブロードキャストすることが出来る。一行にN個の1バイトデータがあるとき、その行の全データを取り出すのに必要なステップ数は、 $6N+69$ ス

テップである。CAM的な機能が無い場合は全PEを順次調べる必要があるので、データ数に依らず、最低でも2048ステップ必要である。このことから、 $(2048-69)/6 = \text{約}330$ 個以下のデータを取り出す場合には、選択的データ出力機能の方が有利である。例えば、図1(a)の画像に対してハフ変換を行うために前処理を施した図1(b)のデータの一行当たりの平均数は、約17なので、本機能は有効に働いている。この画像に対して、ハフ空間への投票を行った結果を図1(c)に示す。図1(b)から図1(c)までの処理時間は、 $5670\mu\text{s}$ であり、平均メモリデータ転送レートは3.17GByte/sである。

## 4 おわりに

RVS-2の性能評価として、画像間差分、各種フィルタリング処理、ヒストグラム、ハフ変換等をアセンブラプログラミングして、評価を行った。その結果、基本画像処理については、リアルタイムの数倍から数十倍高速に処理できることを確認することが出来た。

今後、さまざまなアプリケーションによる評価を行っていく予定である。

## 参考文献

- [1] 岡崎他、メモリ型プロセッサによる動画像処理システムRVS-2—システム構成と特徴—、第49回情処全大(1994)
- [2] 藤田他、メモリ型プロセッサによる動画像処理システムRVS-2—メモリ型プロセッサIMAP-2—、第49回情処全大(1994)



(a) 入力画像

(b) 前処理画像

(c) ハフ変換 投票画像

図1: ハフ変換処理結果