

1B-5

汎用信号処理プロセッサを用いた  
イメージプロセッサの試作と評価

若林 真一

日本アイ・ビー・エム株式会社 サイエンス・インスティテュート

1. まえがき

近年のワークステーションの高機能化に伴い、ワークステーションの表示装置としての高解像度ディスプレイ装置の開発が急速に進められている。また、高解像度ディスプレイ装置を用いたワークステーションの各種のグラフィクス処理、画像処理への応用も研究・開発が盛んに行われている。我々も、ワークステーションの研究・開発のため、高解像度、高性能のカラービットマップディスプレイ装置を試作した<sup>(1)</sup>。さらに、このディスプレイ装置に接続して各種のグラフィクス処理、画像処理を高速に処理するイメージプロセッサも試作した<sup>(3)</sup>。本稿では、試作したイメージプロセッサの評価を行ったので、報告する。

2. 実験システム

2.1 ディスプレイ装置

イメージプロセッサが接続されるディスプレイ装置の仕様を表1に示す。本ディスプレイ装置はBitBLTプロセッサ(高速矩形領域転送装置)が装備されており<sup>(2)</sup>、漢字を含む日本語テキストとイメージの表示を高速に行うことを目的として開発された。本ディスプレイ装置はIBM PC-ATパーソナルコンピュータに接続されて使用される。又、フレームバッファバスが外部に開放されており、本イメージプロセッサもこのバスに接続されて使用される。

2.2 フレームバッファアクセス

CRTスクリーン上に表示されるイメージデータはフレームバッファ(FB)に格納されている。イメージデータの表示のため、FBは周期的にCRTC(CRT Controller)よりアクセスされ、このアクセスが行われている間は外部(例えばイメージプロセッサ)よりFBへのアクセスは禁止される。又、FBはDRAMを用いて構成されているため、DRAMのメモリリフレッシュの間もアクセスは禁止される。このためFBへのアクセスはFBの制御回路により管理され、外部よりFBへの

表1 カラーディスプレイ装置の仕様

表示画面	1088 X 750 ドット
同時表示色数	2 <sup>24</sup> 色中の任意の256色
フレームバッファ容量	2048(H) X 1024(V) X 8(バイト)
表示フォント	JIS第1、第2水準

アクセスはCRTCのアクセス周期である1330nsに1回の割合で可能となっている。

2.3 イメージプロセッサ

本イメージプロセッサは汎用信号処理プロセッサであるIBM Signal Processor(SP)<sup>(4)</sup>を中心に、高性能化のための専用ハードウェアが付加されて構成されている。SPは書き替え可能制御記憶によるマイクロプログラム制御であり、各種の演算が実現可能である。専用ハードウェアの1つに矩形領域アドレス生成回路がある。この回路は、フレームバッファ中の任意の矩形領域のアドレス生成が高速に実行でき、SPはこのアドレス生成回路を利用して高速に各種の画像処理、および、グラフィクス処理を行うことができる。図1にイメージプロセッサのハードウェア構成、表2にハードウェア仕様を示す。詳細は文献(3)に譲る。

3. 実験

本イメージプロセッサを用いて、各種の画像処理、グ

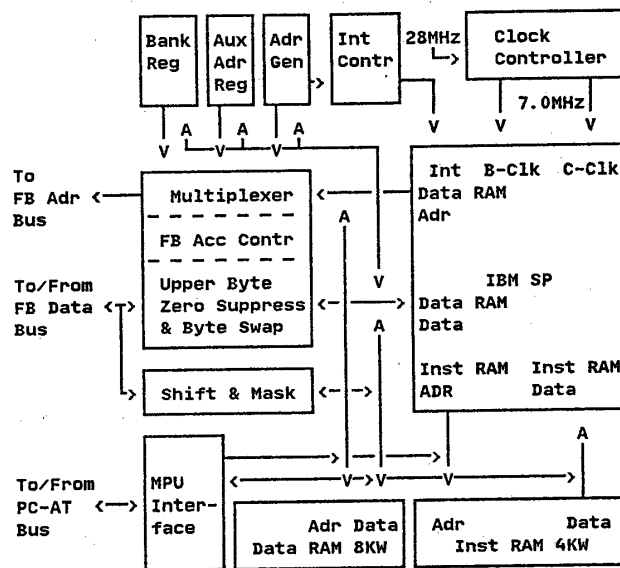


図1 イメージプロセッサのハードウェア構成

Development and Evaluation of Image Processor  
Based on General-Purpose Signal Processor  
Shin'ichi WAKABAYASHI  
Science Institute, IBM Japan, Ltd.

表2 イメージプロセッサのハードウェア仕様

命令サイクル	143ns (7.00MIPS)
命令メモリ	4KW (ワード=27ビット)
ワーキングメモリ	8KW (ワード=16ビット)
FBアドレス領域	2MB

表3 実験結果\*

(a) 80286との比較

処理	IP**	IP***	80286#
矩形領域の塗りつぶし	0.99	0.48	1.02
矩形領域の移動	1.95	0.77	1.99
矩形領域の拡大##	3.22	1.31	13.6
矩形領域の任意角回転	6.84	5.82	145.1
ヒストグラム計算	2.57	1.65	25.4
4x4空間フィルタ	9.41	8.26	354.9
エッジ検出(ソーベル)	8.18	7.05	259.8
中間調生成(誤差拡散法)	7.14	5.78	143.6

\* 演算領域は1024x1024画素、単位は秒。

\*\* スクリーンリフレッシュ有り。

\*\*\* スクリーンリフレッシュ無し。

# クロック6MHz。

## 512x512-&gt;1024x1024。

(b) アドレス生成回路(AG)の効果###

演算	AG有り	AG無し
矩形領域の塗りつぶし	0.48	1.02
矩形領域の拡大##	1.31	2.59

### スクリーンリフレッシュ無し。

グラフィックス処理を実行し、その計算時間を計測した。表3に実験結果を示す。なお、イメージプロセッサは2画素を1回のアクセスで読み書きできる。また、イメージプロセッサとの比較を行なうため、マイクロプロセッサ80286(クロック6MHz)での実行時間も計測した(演算はPASCALと一部アセンブリ言語により実現)。これらの実験結果より、次のことがわかる。

## (1) パフォーマンス。

イメージプロセッサのパフォーマンスは専用処理装置(例えばBitBLTプロセッサ)と比較すれば劣るが、汎用マイクロプロセッサである80286と比較すれば優れている。これは、特に空間フィルタ等の複雑な処理で、顕著である。その原因ととしては、イメージプロセッサのハードウェアの中心であるSPが効率よく乗算等の演算を実行するからと予想される。

## (2) メモリサイクルの影響。

2.2で述べたように、本イメージプロセッサはたかだか1330nsに1回しかフレームバッファにアクセスできないため、パフォーマンスが低下している。スク

リーンリフレッシュを禁止すれば表に示すようにパフォーマンスが向上する。さらに、FBへのアクセスが常に250nsで可能であると仮定すれば、例えば空間フィルタの計算時間は4.2秒に改善される。

## (3) アドレス生成回路の効果。

アドレス生成回路の効果は簡単な処理の場合に特に大きい。

## 4. 考察

## (1) アーキテクチャ。

3.で述べたように、パフォーマンス向上への寄与は簡単な処理に対してはアドレス生成回路、複雑な処理に対してはSP自身が提供するパイプライン乗算機能や、水平型マイクロプログラム制御による高速算術論理演算機能によるものが大きい。これらの点を考慮して本イメージプロセッサのハードウェア規模をLSI化等により縮小すればコストパフォーマンスのよい汎用イメージプロセッサの実現が可能となる。

## (2) システム構成

ワークステーションの使用環境において高機能ディスプレイ装置を考える場合、ディスプレイ装置自体のハードウェアはできるだけ少ないほうが望ましい。一方、ワークステーションの中央処理装置(CPU)の処理能力は通常、画像処理、グラフィックス処理を実行するには不十分である。そこで、高速処理を特に要求されるもの(例えばBitBLT機能)は専用ハードウェアで処理し、他の機能は本イメージプロセッサのような汎用プロセッサでマイクロプログラム方式により処理するのがコストパフォーマンスの点で優れていると思われる。特にワークステーション環境で多用される入出力データに関する処理(ハーフトーン処理や、ペル変換等)は、CPUによる処理ではコスト高になることを考慮して、入出力機器の制御を含めて汎用イメージプロセッサに処理を依頼するのが効率的であると予想される。

## 文献

- (1) 清水、関家: "高機能カラーディスプレイ装置(1)", 第32回情報処理学会全国大会論文集, 7Q-1 (1986)。
- (2) 清水: "高機能カラーディスプレイ装置(2)", 第32回情報処理学会全国大会論文集, 7Q-2 (1986)。
- (3) 若林: "高機能カラーディスプレイ装置(3)", 第32回情報処理学会全国大会論文集, 7Q-3 (1986)。
- (4) Ungerboeck, G., Maiwald, D., Kaeser, H.-P., Chevillat, P.R. and Beraud, J.P.: "Architecture of a digital signal processor," IBM J. Res. Develop., Vol. 29, No. 2, pp. 132-139 (1985)。