

パソコン用3次元グラフィックスボードの開発

2J-9

杉村敏夫 若山順彦 前信 潔 西澤貞次
松下電器産業(株) 情報通信関西研究所

1. はじめに

グラフィックス機能は、高度なマンマシンインタフェース実現の為に、ますます重要となってきた。

現在、パソコンにおいては2次元ビットマップグラフィックスが主流であり、3次元グラフィックスは高価な専用ワークステーションでしか利用できない。

しかし、より高度な3次元グラフィックス機能を備えたマンマシンインタフェースは、今後、低価格なパソコンでこそ重要になってくる。

我々は、パソコンでの高速な3次元グラフィックス表示を実現することを目的に、隠れ面処理とシェーディング処理を行う3次元グラフィックスプロセッサ MN8502 (HSSP)^[1]を開発し、それを用いた3次元グラフィックス動画システムCUBE^[2]を開発してきた。

今回、CUBEの実用化を目指して、HSSPと2次元ビットマップ・グラフィックスプロセッサ MN8510 (EDPU)^[3]を用いたパナコムMシリーズパソコン用の3次元グラフィックスボードμCUBEを開発したので、その設計方針、実現手段及びシステム構成について報告する。

2. 設計方針

μCUBEは、以下の2つの方針に基づいて設計した。

1) 2次元・3次元グラフィックスのハードウェアの分離

パソコン上での、マルチウィンドウ環境を考えた場合、1つのウィンドウで3次元グラフィック

ス表示を行い、同時に他のウィンドウではメニュー等の2次元グラフィックス表示を行なうことも必要となる。この場合、3次元グラフィックス処理部で2次元グラフィックス処理を行う方法も考えられる。

しかし、2次元グラフィックスと3次元グラフィックスとでは要求される処理の内容が大きく異なる。従って、別々のハードウェアで処理する方が互いの性能をより引き出すことができる点から2次元・3次元グラフィックス処理を分離した。

2) 多種の映像信号のサポート

汎用性を考慮して、異なる解像度のCRT(高解像度=1120x750、低解像度=640x400)でも1つのボードで対応できるようにした。

3. 実現手段

設計方針を実現するための手段について、以下に述べる。

1) 3次元グラフィックス処理の分割

3次元グラフィックスの処理は、ポリゴンデータの

- ①座標計算を中心とする幾何学変換処理
- ②隠れて見えない部分を除去する隠れ面処理とシェーディング処理

の2つに大きく分類できる。

①で要求される処理は、行列乗算等の浮動小数点演算である。②で要求される処理は、Zバッファによる奥行き座標値の比較・更新と輝度補間のための加減算で、主として固定小数点演算とメモリとの入出力である。

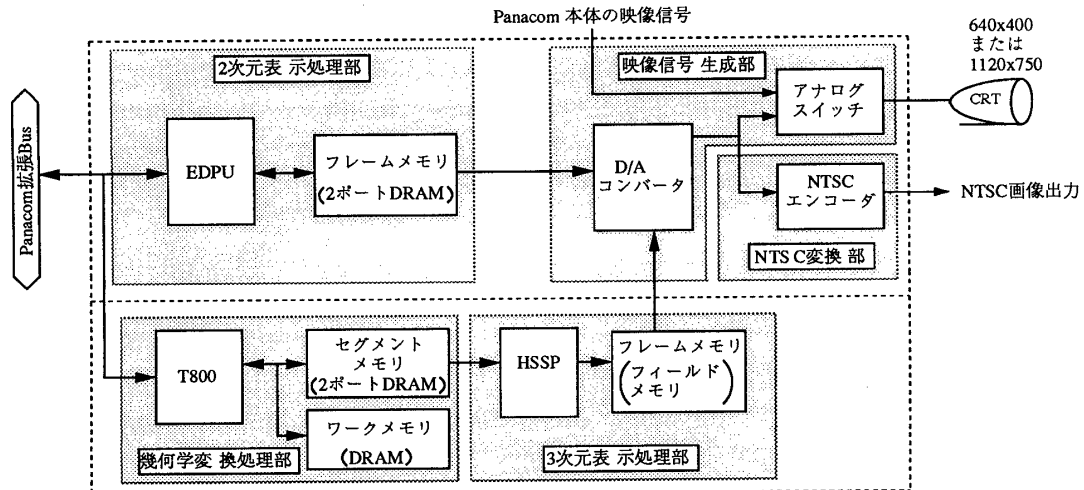


図1 システム構成図

Development of 3-D Graphics Boards for a Personal Computer
Toshio SUGIMURA, Yorihiro WAKAYAMA, Kiyoshi MAENOBU, Teiji NISHIZAWA
Kansai Information and Communications Research Laboratory
Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.

このように、①と②では要求される処理が異なるため、別々の専用プロセッサを用いることによつて、コンパクト化と処理の効率化を図った。

①の処理には、並列動作が可能であるという拡張性と浮動小数点演算器を内蔵しているという点から、インモス社のトランジスタ T800 を用い、②の処理には、HSSPを用いた。

2) 2ポートDRAMの採用
T800での幾何学変換処理がポリゴン単位で行われるのに対して、HSSPでの隠れ面処理・シェーディング処理は、スキャンライン単位で行われる。そのため、ポリゴン単位のデータをスキャンライン単位に変換し格納するためのバッファ(セグメントメモリ)が必要となる。

このバッファとして、2ポートDRAMを用いることにより、T800での処理とHSSPでの処理を並列に行うことを可能にした。

3) 2次元ビットマップ・グラフィックスプロセッサEDPUの採用
解像度の異なるCRTに対しても同様な2次元グラフィックス性能を実現するために、CRT制御用クロックと2次元グラフィックス処理用クロックを分離した点と、直線・円等の2次元図形の高速描画機能の点からEDPUを用いた。

4. システムの構成

本ボードのシステム構成図を図1に示す。

1) 幾何学変換処理部
座標変換やクリッピング等の幾何学変換処理を行うT800と、パナコムから送られてきた3次元データを格納するワークメモリ(DRAM)と、T800によって変換されたHSSPへの入力データを蓄えるセグメントメモリで構成される。3次元データ(表示ポリミティブの頂点座標、視点座標、光源座標)は、パナコムの拡張バスから、T800に入力される。T800は、幾何学変換処理を施し、HSSP用の入力データに変換した後、セグメントメモリへ格納する。

2) 3次元表示処理部
スキャンライン単位にZバッファ法による隠れ面処理とグローシェーディング(またはコンスタントシェーディング)処理を全画素並列に行うHSSPと、HSSPによって生成された3次元画像を1フレーム分格納するフィールドメモリとで構成される。

低解像度のCRTに対しては、フィールドメモリをダブルバッファ方式で使用することができる。HSSPからの書き込みと、CRTへの表示読みだしとを2つのフィールドメモリを切り換えて行うことにより、スムーズな動画表示が可能となる。

3) 2次元表示処理部
パナコムからのコマンドを受け取ることによつて、2次元図形の描画や文字転送などの処理を行うEDPUと、EDPUによって処理された2次元画像を格納するフレームメモリ(2ポートDRAM)で構成される。

4) 映像信号生成部
D/Aコンバータとアナログスイッチで構成される。D/Aコンバータで2次元画像の16色中の指定された1色を3次元画像で置き換えて合成し、CRTに表示出力する。
パナコム本体の映像信号とD/Aコンバータの出力信号とをアナログスイッチで切り換えることにより、1台のCRTに表示できる。

5) NTSC変換部

NTSCエンコーダによつて、アナログRGB信号をNTSC規格の信号に変換している。

5. 結果

パナコムMシリーズパソコン用の拡張基板2枚(2次元処理ボード、3次元処理ボード)で構成した。本ボードの基本仕様を表1に示す。

2次元グラフィックスでは、
・直線描画 2.5Mピクセル/秒
・矩形領域転送 80Mビット/秒

の処理性能を実現した。
3次元グラフィックスについては、幾何学変換処理を含めた表示能力5000ポリゴン/秒(試算予測値)の実現に向けて、ソフトウェアのチューニングを行っている。

6. まとめ

HSSP、EDPU及びT800を用いたパソコン用3次元グラフィックスボードμCUBEについて報告した。現在、内部プログラムの高速度化及びC言語から利用できるグラフィックス関数ライブラリの作成を行っている。今後は、これらを用いて本ボードの性能評価を行っていきたい。

表1 基本仕様

形態	パナコムMシリーズ用拡張ボード 2枚	
バス仕様	パナコムMシリーズの拡張バス	
3次元	表示画素数 (*1)	512×400画素 (低解像度CRT使用時) 1024×750画素 (高解像度CRT使用時)
	表示色数	カラー1670万色同時256色 (エクスラシェーディング)
		単色 256階調 (エクスラシェーディング/グロウシェーディング)
表示速度	5000ポリゴン/秒 (目標)	
2次元	表示画素数	640×400画素 (低解像度CRT使用時) 1120×750画素 (高解像度CRT使用時)
	表示色数	カラー1670万色中15色
	表示速度	矩形領域転送 80Mビット/秒
直線描画 2.5Mピクセル/秒		
画像出力	パナコム M500用相当のアナログRGB信号 パナコム M700用相当のアナログRGB信号 NTSC規格信号	

(*1) : 2次元画像と合成できる3次元画像の最大表示画素数を示す。

参考文献

- [1]T. Nishizawa, et al. : "A hidden surface processor for 3-dimension graphics", Digest of Tech. Papers, IEEE ISSCC, pp.166-167, 351 (Feb. 1988).
- [2]前信他: "3次元グラフィックス動画システムCUBE", 情報処理学会グラフィックスとCAD研究会, 43-5, (Feb. 1990).
- [3]神山他: "ビットマップ・グラフィックスプロセッサEDPUの開発", 電子情報通信学会集積回路研究会 ICD 89-190, (Mar. 1990).