

パーソナル3次元グラフィクスボードの開発

2J-11

岡村光善 斎藤光男 西田委甲子 福井美佳
株式会社 東芝

[1] まえがき

コンピュータの進歩に伴い、その取扱うデータが数値から文字、図形、画像などその範囲が広がっている。またその利用者も専門家の手を離れ、一般に広がってきている。そうした流れの中で、マンマシン・インタフェースが益々重要な役割を果たすようになってきており、その中でも人間の視覚に訴えるコンピュータグラフィクス分野の発展は目覚ましい。しかし3次元図形の写実的な表示には、画素単位の多大な計算を必要とするため、実時間での応答は非常に難しく専用のワークステーションで実現されているのが現状である。このボトルネックを解消し、より広い分野での利用を可能とするため、グラフィクス処理専用のLSI (HSP: High-speed Shading Processor)を開発してきた^[1,2]。今回、パーソナルコンピュータ上で実用的な3次元グラフィクス処理を実現するために、HSPを使用したグラフィクスボードと基本的なソフトウェアを開発したので、その概要について述べる。

[2] HSPの概要

HSPは、1チップで3次元図形の陰影付け、隠面除去などの3次元グラフィクスの基本的な処理と、ビットマップ処理などの2次元図形の処理機能を合せ持った32ビットグラフィクス専用プロセッサである。HSPの主な機能としては、

- (1) 隠面除去付きグローシェーディング
- (2) フラットシェーディング
- (3) デプスキューイング
- (4) 2次元直線発生
- (5) イメージデータの入出力
- (6) 切断面、半透明パターン処理

などがあり、さらにフレームバッファ、ZバッファメモリとしてデュアルポートDRAMを想定したメモリ制御回路を内蔵しているため、最少の外部ハードウェアで高性能の3次元グラフィクス・システムを構成することができる。

[3] HSPボード

HSPの基本的な動作確認のための簡単なボードは既に試作してきた^[3]。今回、実用化を目指して新たな機能を追加したボードを開発した。追加された機能はVGA (640 × 480)の解像度のほかに、スーパーVGA (800 × 600)での表示もできるようにしたこと、パーソナルコンピュータ本体の画面を3

次元グラフィクスの画面と混在して表示ができるようにしたことである。

本ボードの仕様を表1に、構成を図1、外観を写真1に示す。

表1 HSPボードの仕様

解像度	640×480 画素 800×600 画素
フレームバッファ	8ビット/画素 (ダブルバッファ)
Zバッファ	16ビット
表示色	256色 (1677万色中)
HSPクロック	16.7MHz
描画速度	3.3万ポリゴン/秒 (グローシェーディング)

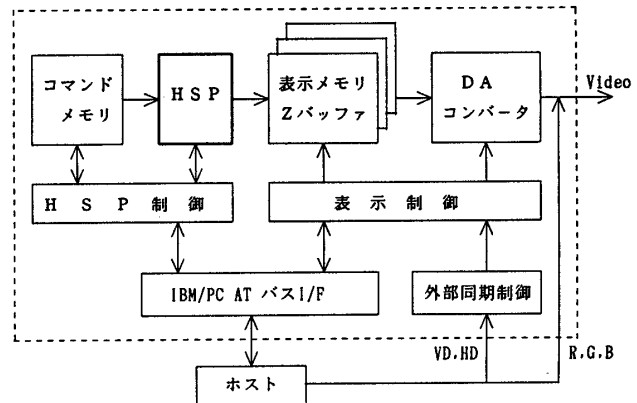


図1 HSPボードの構成

以下、主なブロックについて簡単に説明する。

(1) HSP制御部

HSPは、16種類 (4ビット) のコマンドと16ビットのパラメータを同時に与えることで必要な動作をする。そのため通常は、4ビットのコマンドをI/Oアドレスに割り当て、16ビットのデータをそのパラメータとするのが自然であるが、このようなインタフェースは速度の点で問題がある。そこで、送る頻度の高い物体の座標データは、パラメータ分を12ビットに制限し、上位4ビットを犠牲にしてコマンドと共存したインタフェースとし、転送速度を上げている。これにより、転送速度はHSP自身の処理能力を上回ることができた。

(2) コマンドメモリ

本ボードは、小形化のために、特に座標変換用のハードウェア

アを持っていないため、アプリケーションによっては計算に時間が掛かり、表示能力を十分に利用できないケースが考えられる。その様な事態を改善するために、プレイバック機構を設けた。このコマンドメモリに、HSPに送られたデータを同時に保存し、その後コマンドメモリを読み出すことにより、読み出されたデータが直接HSPに転送される。この方法により、計算しながらゆっくり送ったデータを、高速に読出して再現することができる。コマンドメモリの容量は2Mバイトであり、約10秒分程度のデータを蓄積することができる。

(3) フレームバッファメモリ

フレームバッファメモリは、画像バッファとして8ビット/画素のものを2組、Zバッファ用に16ビットのものを1組持っている。これらはすべて1MビットのデュアルポートDRAMを使用している。

(4) 表示制御部

表示制御部は、ビデオ信号及び、同期信号を作るとともに、フレームバッファの全面クリアのためのハードウェアを持っている。全面クリアは、デュアルポートDRAMのシリアルライトモードを使い、約150 μ 秒で実行する。これは、アニメーションの表示のために、各フレーム毎に、一旦全ての画像を消去して改めて書き直す必要があるためである。表示のためのフレームバッファへのアクセスは、256画素毎に行なわれる。

(5) 外部同期制御部

本ボードは、ホストが出力する文字とHSPが処理した3次元画像を重ねてホストのモニタに表示できる。そのためには、本ボードをホストの同期信号に同期させることが必要となる。表示用のビデオクロックは1水平同期信号ごとに補正している。ホストからのビデオ信号は、DAコンバータの出力とアナログ的にミックスしている。

[4] 基本ソフトウェア

HSPの機能は、基本的にはホストから与えられた三角形の各頂点のデータ(x,y,z,i)から三角形を塗り潰すことである。このために必要なドライバールーチンを用意した。以下、各サブルーチンについて簡単に説明する。

- (1) hspinit HSPの初期化(水平方向の画面サイズ、グロシェーディングモード、ウィンドセット、半透明の深さと半透明のパターンなどの設定)をする。
- (2) dsp HSPに三角形の頂点データを送り描画させる。HSPは隠面除去をサポートしているので、HSPに送るデータの順序を考慮する必要はない。
- (3) setscrn フレームバッファの使用法と表示時間を定義する。本ボードはフレームバッファを2画面用意しているが、処理結果をどのフレームバッファに書込むか、どのフレームバッファを表示するかを指定する。通常は、表示していないフレームバッファに書込み、書き終わるとsetscrnで切替える。切替える時間は、表示時間を指定することで制御する。setscrnを実行すると表示さ

れていた画面はクリアされる。

- (4) setpalet カラーパレットをセットする。フレームバッファの値(i)から実際の色に変換するもので8ビットの値をRed.Green.Blue各8ビットの値に変換する。

[5] 応用例

このような特長を持つボードであるため、基本的なソフトウェアが十分とは言えないにも関わらず、いくつか実際の応用に適用され始めている。そのうちの一例を写真2に示す。この例は、分子動力学に基づいて、材料に力が加わったとき原子がどのような振舞いをしているかをシミュレーションし、その結果を視覚化したものである。

[6] あとがき

パーソナルコンピュータで実用的な3次元グラフィックスを可能にするためにボード及びソフトウェアを開発して良好な結果を得た。今後、さらにその普及を目指してアプリケーションを作り易くするための基本的なソフトウェアの充実と、パーソナルコンピュータの性能の向上にあわせた、より高速、高解像度、フルカラー表示のボードを開発して行く予定である。

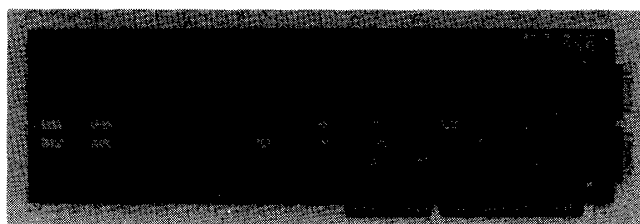


写真1 HSPボード

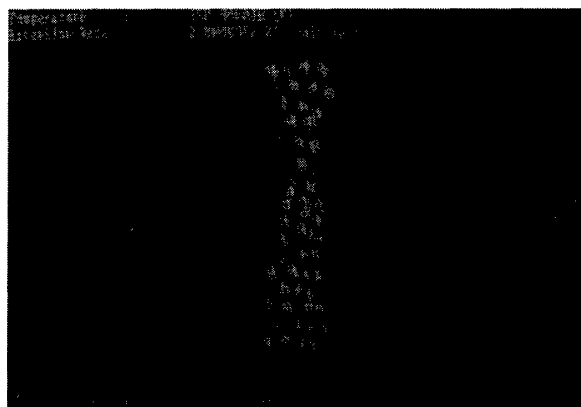


写真2 原子の振舞いのシミュレーション

参考文献

- [1] 大橋正秀, 他: 高速3次元グラフィックスLSI, 東芝レビュー, 43.12, pp.936~939 (昭62)
- [2] M. Ohhashi, et al.: A 32b 3-D Graphic Processor Chip with 10M pixels/s Gouraud Shading, Digest of Tech. Paper. 1988 IEEE ISSCC, PP.168 ~169 352
- [3] 岡村光善, 他: HSPを使用したパソコン用3次元グラフィックスボードの開発, 第37回情報処理学会, 全国大会予稿集, pp.1697 ~ 1698 (昭和63)