

6P-2 パーソナルコンピュータ用3次元グラフィックスボードによる 準リアルタイムの影付け

森 健一 岡村光善 斎藤光男
株式会社 東芝 総合研究所

1.まえがき

近年3次元グラフィックス表示を使用したマンマシンインタフェースに対する要求が高まってきている。しかしその写実的な表示を実時間で行うことは高価な専用ワークステーションでしか実現できなかった。そこで我々は実時間の3次元グラフィックス表示をパーソナルコンピュータクラスの計算機で実現するために、グラフィックス専用VLSI HSP(High-speed Shading Processor)を開発し、更にこのHSPを使用した3次元グラフィックスボードの開発を行ってきた[1][4]。

今回我々は、より広いアプリケーションへの適用を可能とするために、HSPを使用したフルカラー・高解像度・高速のパーソナルコンピュータ用高性能3次元グラフィックスボードを開発した。さらに、これを用いてリアリスティックなCGに必要な「多光源による影付け(Shadow Generation)」を準リアルタイムで行うことを実現し、その応用例として舞台照明シミュレータを開発したので、その概要について述べる。

2.システム構成と性能

本システムは「ジオメトリ・エンジン・ボード」と「HSPボード」の2枚のボードをパソコンに追加する構成となっている。

「ジオメトリ・エンジン・ボード」はインテルi860プロセッサを用いて影の計算や座標変換などの実数演算を高速に行うものである。

「HSPボード」は並列に動作する複数のHSPを

解像度	1152 x 900 画素
カラー・パレット	1677 万色
HSPクロック	15 MHz
描画速度	3.3 万ポリゴン/秒 (グーローシェーディング)

図1 HSPボード性能表

用いて陰面消去とフルカラーの作画を行うものである。HSPボードの性能を図1に示す。

3.求められる影付け

従来のリアルタイムCGでは計算コストの大きさから影付けは敬遠されてきた。しかし、CG画像にとって影の存在はそのリアリティに大きく貢献するものである。特に近年需要が高まっている室内空間のCGにおける影の必要性は明白である。そこで我々は必要とされる影付けの仕様を以下のように定めた。

- (a) 影の質：現実の室内の影は複数の面光源によって生成されている。そのため、「複数光源」に対応できることと、「ソフトエッジの影」が生成できることを条件とした。
- (b) スピード：理想的にはリアルタイムで実現できることであるが、現在は多少は遅くてもよいとした。ただし、将来ハードが高速化して実用になることを目指すために、ポリゴン数や光源数の増加に対して計算量の増加が線形的であることを条件とした。
- (c) 厳密性：数値的に正確な影のシミュレーションの研究も進んでいるが、我々は上記2つの条件を優先し、多少厳密でなくても見る人にリアリティを感じさせられるレベルで実現可能なものを目標とした。

4.影付けの方法

影付けはCGの大きな課題の1つであり、多くの方法が研究されている[3]。そのどれが我々の目的に合うかを検討した。

- (1) 「レイトレーシング法」は影の計算が容易であるが、計算コストが大きい点、計算がピクセル単位でHSPが利用できない点、視点依存の作画である点、シャープな影となる点から不適である。
- (2) 「ポリゴンの平面への投影による疑似法」は高速な影付けが可能ではあるが、その非一般

性とシャープな影となる点から不適。

- (3) 「シャドウ・ボリューム法」「シャドウ・ポリゴン法」は、最悪で光源数に対してその2乗の計算量が必要となり、計算量の非線形性から不適。
- (4) 「ラジオシティ法」は、影の質に関しては要求を満たすが、オリジナルの方法では膨大な計算量が必要で実用的ではない。しかし、近年研究された「漸進的ラジオシティ法 (Progressive Radiosity)」[2]は影の質と計算量のトレードオフをコントロールできるので、対話型システムへの道を開いた。

そこで今回我々は(4)の考え方を応用し、さらに速度を重視した手法を用いた。

「漸進的ラジオシティ法」で用いられている「ひとつのパッチから他のパッチへ向けての光のエネルギー分配」を基本とした「放射型(shooting)計算法」を光源パッチについてのみ行って照度を決めるようにした。また分配係数を決める際には「半立方(hemi-cube)」への投影ではなく、ライトのモデルをマッピングした「平面」を用いることで、より計算コストを小さくした。このため、十分にリアリティを感じさせる動画像を実時間で描画できた。

5. 実現例

我々が対象とした影付けを必要とする応用例として「舞台照明シミュレータ」を開発した。これは舞台に複数の照明をあてた様子を準リアルタイムに計算表示するものである。機能としては、迫り・ボタン・暗転幕・ライトなどの舞台装置や視点位置をユーザーが対話的に変更したり、シナリオに従ったアニメーションとして一括連続表示するものであ

る。その表示例を図2と図3に示す。図2はスポットライトによる影、図3はフラッドライトによる影をシミュレートした結果である。速度は現在のところ図2の場合(8光源、3600ポリゴン)で4.3秒、図3の場合(6光源、3600ポリゴン)で4.0秒である。実時間で作画するために間接光の計算を省略しているが、動画として実用に耐える画像を得ることができた。

6. 結論と課題

パーソナルコンピュータにわずかボード2枚のグラフィック・アクセラレータを付加しただけのシステム構成で、複数光源によるソフトな影付けを行なうアルゴリズムを用いたアプリケーションを準リアルタイムで稼働させることができた。

今後の方向としては、影を必要とする対話的なアプリケーションへの応用として、室内照明シミュレーション等を検討している。また、リアルタイムを目指す高速化のために、ソフトウェア側からのアプローチとして、データ構造の改良や影の質向上のための「パッチの適応的分割」を検討し、毎秒1枚程度の作画を実現させたい。

参考文献:

- [1] 岡村光善 他: "パーソナル3次元グラフィックスボードの開発", 情報処理学会第41回全国大会予稿集 vol. 2, pp. 269-270 (1990).
- [2] Michael F. Cohen 他: "A Progressive Refinement Approach to Fast Radiosity Image Generation", SIGGRAPH'88 Proceedings, pp. 75-84 (1988).
- [3] Andrew Woo 他: "A Survey of Shadow Algorithms", IEEE CG&A, vol. 10, No. 6, pp. 13-32 (Nov. 1990).
- [4] 斎藤 光男 他: "パーソナル3次元グラフィックスボード", 東芝レビュー, vol. 45, No. 8, pp. 643-646 (1990).

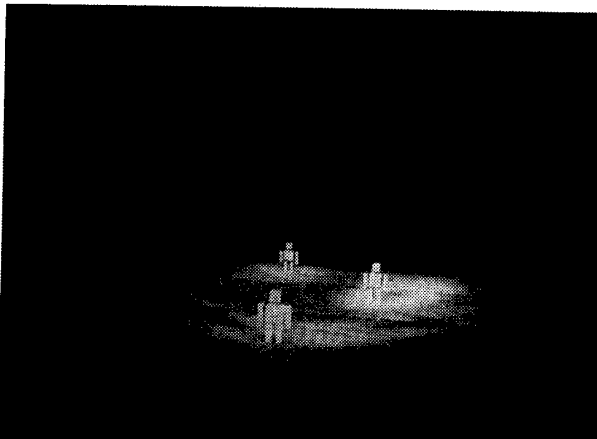


図2 スポットライトによる照明シミュレーション

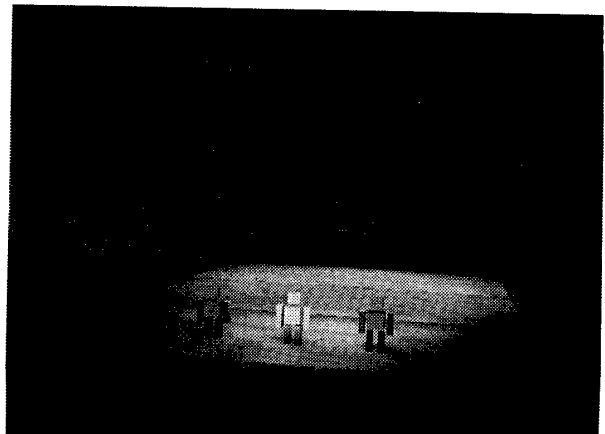


図3 フラッドライトによる照明シミュレーション