

ピクスマップを用いたラジオシティ処理

4S-4

江頭伸二* 佐藤美彦* 本田英人* 美間俊哉**
 *富士通プログラム技研 **富士通株式会社

1. はじめに

近年、コンピュータグラフィックス分野において、写実的な描画の研究開発が盛んである。そのひとつであるラジオシティ法は、物体が光源からの直接光を受けた後、物体が拡散反射して他の物体に及ぼす間接光を相互的に繰り返し計算することで、リアルな大域照明シミュレーションが可能である。

しかし、従来の光源からの直接光のみを扱う描画方法に比べ、ラジオシティ法は膨大な計算量（時間）を必要とする。また、この手法は元の図形データを細かく分割して計算するため、現状のCGシステムにインプリメントする上で、データ管理の面で問題がある。

我々は、これらの問題点を解決するために、ピクスマップを用いたラジオシティ計算方法を考案し、ワークステーション上で対話型のラジオシティ処理を実現した。

2. ラジオシティ計算へのピクスマップの適用

一般的なラジオシティ計算では、元の図形データをパッチ/エレメントと呼ばれる小さな面に分割し、この面単位で相互拡散反射を計算する。これらの分割された面は、相互の幾何学的な関係を管理する必要があるため、データ管理が複雑になる。ラジオシティを実際にインプリメントする上で、このデータ管理の方法が重要なポイントになる。

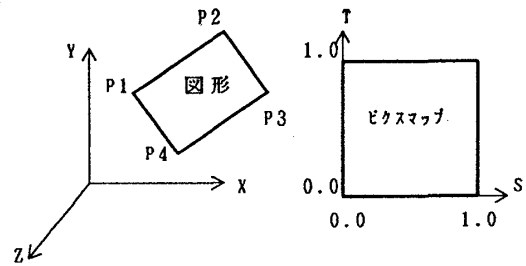
本手法では、パッチ/エレメントをピクセルの2次元集合であるピクスマップで表現する。基本的に、ピクスマップの各ピクセルがエレメントで、複数ピクセルをまとめてパッチとして扱う。ピクスマップ上の各ピクセルの幾何学的関係は明瞭であることから、従来の複雑なデータ管理から開放される。

2.1 図形データとピクスマップの対応

図1のように、図形は3次元空間に定義され、ピクスマップはS軸とT軸の2次元空間に定義される。この図形にピクスマップを対応させるために、図形の各頂点にST値を付加する。また、複数あるピクスマップのどれを対応付けるかを示すために、図形の属性として、対応するピクスマップのIDを持つ。各ピクスマップは、それぞれ適度な解像度（縦横

のピクセル数)を持ち、これが対応する図形のラジオシティ計算精度となる。

この方法により、元の図形の形状を変えることなくラジオシティ計算が可能になる。



図形の各頂点のST値
 P1: (0.0, 0.0) P2: (0.0, 1.0)
 P3: (1.0, 1.0) P4: (1.0, 0.0)
 図1 図形とピクスマップの対応

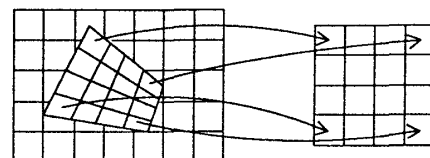
2.2 ラジオシティ計算

ラジオシティ計算は、発光体を原点とした半立方体の各面（IDバッファと呼ぶ）に全てのエレメントを投影し、このIDバッファをスキャンして発光されたエネルギーの分配率を計算する。

本手法は、半立方体へは図形が分割されたエレメントではなく、図形そのもので投影する。そのときIDバッファには各図形に対応するピクスマップのIDが格納される。

図2に、IDバッファに投影された図形とピクスマップの対応の状態を示す。

実際にIDバッファ上のスキャンする範囲は、いま対象とするピクスマップの4つのコーナーの位置をIDバッファ空間に変換してできた領域内とする。この領域内のピクセルは、必ずピクスマップのあるピクセルに対応する。このとき、IDバッファ上のピクセルの位置やIDなどから、対応するピクスマップ上のピクセルのエネルギー分配率や影などの情報を計算する。



IDバッファ ピクスマップ
 図2 IDバッファとピクスマップの対応

A Radiosity Processing with uses Pixmap
 Shinji Egashira¹, Yoshihiko Satoh¹,
 Hideto Honda¹, Toshiya Mima²
¹Fujitsu Program Laboratories Ltd.
²Fujitsu Ltd.

IDバッファからピクスマップへの対応において、IDバッファの解像度が低いときなど、図3(a)のように、ピクスマップのピクセルへの対応が抜けてしまうことがある。この場合は、図3(b)のように、IDバッファの解像度を仮想的に増やし、オーバーサンプリングしながらスキャンするとよい。

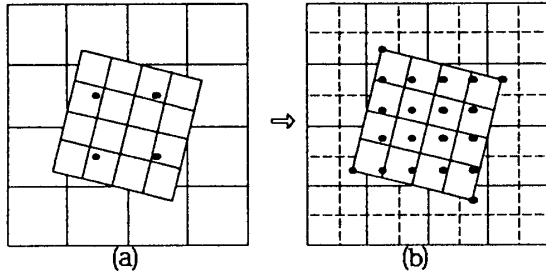


図3 オーバーサンプリング

また、このラジオシティ計算方法は、各ピクスマップで独立して処理ができるため、並列処理に適している。

2.3 ラジオシティ描画

ピクスマップで計算されたラジオシティの結果は、テクスチャマッピングとして描画できるが、図形を適度に分割してグーローシェーディングで描画することもできる。

図4(a)のように、ピクスマップに2個の三角形が割り付いている場合、図4(b)のように三角形ごとに三角形ストリップに分割する。分割された三角形ストリップの各頂点に対応するピクスマップ内の色を参照し、これを頂点色としてグーローシェーディングする。

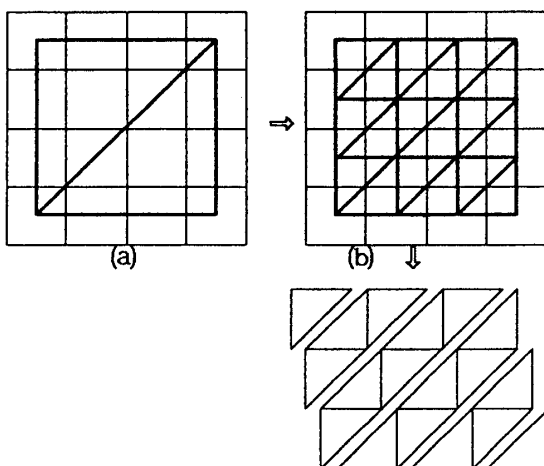


図4 図形の分割

図形の分割数は、ピクスマップの各ピクセルが参照されるように、ピクスマップの解像度と同程度にするのがよい。

また、分割された各三角形ストリップは、並列描画処理に適している。

4. 実現例

本手法によるラジオシティを当社のCGシステムAGシリーズに、PEXの拡張機能としてインプリメントした。

図5に概念図を示す。ラジオシティのピクスマップはリソースとして、アプリケーションから作成や参照ができる。図形データはストラクチャとして管理されており、ラジオシティピクスマップIDなどの属性はここに格納される。

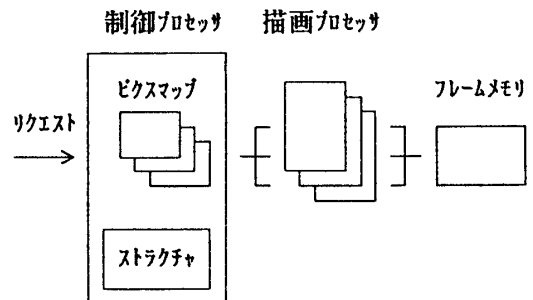


図5 システムの概念図

AGシリーズのマルチ描画プロセッサを活かして、下の処理を並列化した。

- (1) IDバッファへの図形の描画
- (2)ピクスマップのラジオシティ計算
- (3)ラジオシティ描画時の分割三角形ストリップの描画

また、ラジオシティの計算結果は、ピクスマップに格納されるので、アプリケーションはこのラジオシティピクスマップを参照して保存することで、別の時間にラジオシティの結果の描画やラジオシティ計算の継続ができる。

4. おわりに

ラジオシティ処理にピクスマップを用いることで、複雑なデータ管理から開放されることのみならず、現状のCGシステムとの整合性に優れ、並列処理も容易であるメリットを活かし、対話型ラジオシティ処理を実現できた。

参考文献

[1] M.F.Cohen, S.E.Chen, J.R.Wallace, and D.P.Greenberg. A Progressive Refinement Approach to Fast Radiosity Image Generation. SIGGRAPH'88 Proceedings