

Title	分散メモリ型並列計算機を用いたラジオシティ法の高速化
Author(s)	佐藤, 敦
Citation	
Issue Date	1998-03
Type	Thesis or Dissertation
Text version	author
URL	http://hdl.handle.net/10119/1107
Rights	
Description	Supervisor:堀口 進, 情報科学研究科, 修士

分散メモリ型並列計算機を用いた ラジオシティ法的高速化

佐藤 敦

北陸先端科学技術大学院大学 情報科学研究科

1998 年 2 月 13 日

キーワード: ラジオシティ、並列処理、階層型ヘミキューブ、T3E.

1 序論

3次元CGのレンダリング手法の一つであるラジオシティ法は、光源からの直接光だけでなく物体間の相互拡散反射も考慮に入れて画像を生成する手法である。ぼやけた影や柔らかい光を表現できるため、間接照明が多い室内などの表現に適し、非常に現実感の高い画像を生成できるのが特徴である。

ラジオシティ法では、ラジオシティ（単位面性単位時間あたりに放射するエネルギー）を求めるのに必要なフォームファクタ（物体間のエネルギー授受の割合）の計算が膨大であり、全処理時間の大部分を占める。近似値を求める手法として仮想的な半立方体（ヘミキューブ）上に物体を投影して近似値を求めるヘミキューブ法が提案されたが、この手法を用いても膨大な時間を要するため、並列化によるフォームファクタ計算が重要である。

従来の並列化手法として、ポリゴンやパッチ単位で分割する手法が一般的に行われてきた。また、メッシュ状に分割したヘミキューブをプロセッサに分散させて並列化する手法も研究されている。しかし、ヘミキューブ法は精度を上げるためにはヘミキューブの分割を細かくする必要があり、計算時間が膨大になってしまうという問題がある。

本研究の目的は、提案する階層型ヘミキューブ法を用いたラジオシティ法の並列計算手法の特性を明かにすることである。階層型ヘミキューブ法では、フォームファクタ計算の際にヘミキューブを階層的に分割することにより、画像品質の低下を抑えつつ、ヘミキューブを等分割する手法に比べて計算量を低減できる。

階層型ヘミキューブ法を用いたラジオシティ法について、分散メモリ型並列計算機T3E上で並列処理性能を測定することにより、本手法の有効性について検討する。また、分散メモリ型並列計算機上で実行する際の問題点についても検討を行う。

2 ラジオシティ法

ラジオシティ法では相互反射を考慮することにより、ぼやけた影を伴う情景や反射面の色が隣接する面に影響するカラーブリーディング現象を表現できる。また、相互反射による間接光により直接光の届かない部分にも照射されるなど、間接光がかもしたす柔らかい雰囲気を表現できるのが特徴である。

ラジオシティ方程式とは、あるパッチ（エネルギー放射の単位面積）が発する光のエネルギーの総量（ラジオシティ）は自己放射光と反射光の和に等しいことを表している。これをすべてのパッチについて求めることにより、全環境のパッチのラジオシティが得られる。

フォームファクタとは、あるパッチから放射されるエネルギーが別のパッチへどの程度届くかを示す。近似解法であるヘミキューブ法では、パッチを中心に仮想の半立方体（ヘミキューブ）を設定する。パッチの中心を視点にし、ヘミキューブの各面をスクリーンにみたて、他のパッチをスクリーンに投影し、Zバッファ処理をして2つのパッチ間のフォームファクタを求める。

ラジオシティ法は、当初から存在するラジオシティ法と漸進法の2種類がある。

ラジオシティ法では、環境内のすべてのフォームファクタを求めた後、ラジオシティ方程式に代入し、ガウスザイデル法による行列計算を行い、ラジオシティを求める。この手法はパッチが環境から受け取るエネルギーを基準としている。

現在は計算途中でも CG 画像が得られる漸進法が一般に用いられる。この手法は、あるパッチが環境に与えるエネルギーを基準にする方法であり、従来のラジオシティ法と考え方が逆である。この手法では、メモリ容量が大幅に節約できる。

3 ラジオシティ法の並列化

ラジオシティ法の並列化では、ポリゴンやパッチを並列化の単位とする手法が一般的であった。また、メッシュ状に分割したヘミキューブをプロセッサに分散させて並列処理を行う手法も研究されている。

本研究では、階層的に分割したヘミキューブを各プロセッサに分散させて並列化する手法を用いている。ヘミキューブの階層分割では、はじめに等分割されたヘミキューブ上でフォームファクタ計算を行ったあと、値の大きいフォームファクタをメッシュの数を増やしたヘミキューブ上で再計算することにより正確なフォームファクタを求める。また、漸進法におけるエネルギーの放射では、各プロセッサが担当するパッチへ同時に放射を行うことにより並列に処理を行っている。この作業を未放射エネルギーが少なくなるまで繰り返し、得られたラジオシティをZバッファ法でレンダリングする。

分散メモリ型並列計算機 T3E 上で本手法の並列処理性能を測定した結果、従来の等分割ヘミキューブ法を用いたラジオシティ法と比較すると処理時間、速度向上率ともよい結果であった。しかし、等分割ヘミキューブ法と比べると同期回数が多くなるという問題が

ある。

4 結論

本研究ではヘミキューブを階層的に分割して処理を各プロセッサに分散させる手法を提案し、分散メモリ型並列計算機 T3E 上での性能評価を行った。また、本手法で提案した等面積マッピングによるフォームファクタ計算時のプロセッサへの割り当ては、等分割ヘミキューブ法を用いたラジオシティ法に対しても有効である。

階層型ヘミキューブ法によるフォームファクタ計算の並列化では、ヘミキューブの等分割によるフォームファクタ計算に比べ同期の回数が多くなる。オブジェクト画像が複雑になると重要な問題になると考えられる。同期回数を低減するため、オブジェクト画像に合わせた解像度でヘミキューブを階層化する手法や階層化をするフォームファクタの値の大きさや階層化する回数の制限などの条件の検討が必要である。