JAIST Repository
https://dspace.jaist.ac.jp/

Title	ラジオシティ法の並列計算による画像生成の高速化
Author(s)	阿部，寛之
Citation	
Issue Date	1997-03
Type	Thesis or Dissertation
Text version	author
URL	http://hdl.handle.net/10119/1012
Rights	
Description	Supervisor:堀口 進，情報科学研究科，修士

JAIST
JAPAN
ADVANCED INSTITUTE OF
SCIENCE AND TECHNOLOGY

Japan Advanced Institute of Science and Technology

ラジオシティ法の並列計算による画像生成の高速化

阿部 寛之

北陸先端科学技術大学院大学 情報科学研究科

1997 年 2 月 14 日

キーワード： ラジオシティ、画像生成、並列処理、超並列計算機.

1 序論

3 次元 CG のレンダリング手法の 1 つであるラジオシティ法は、伝熱工学を応用した大域照明モデルによる画像生成手法であり、室内照明の高品位 CG を生成する際などによく用いられている方法である。ラジオシティ法では、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計算するため、線光源・面光源が作る不均一な影のや、間接照明が多い室内などの表現などに適し、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、フォームファクタを求めるのに計算時間の大部分を占める。近似値を求める方法として提案されたヘミキューブ法でも膨大な時間を要するので、並列化による高速化が重要である。

従来の並列化ではポリゴンやパッチ単位で分割する手法が一般的であった。さらにパッチを階層的に分割して精度を上げる方法も考案されているが、並列化が難しく、あまり有効なものは存在しない。

本研究の目的は、動的付加分散を考慮に入れたラジオシティ法の並列計算モデルを提案し、その特性を明らかにすることである。基本となるアルゴリズムは、フォームファクタの計算の際にヘミキューブを分割する方法を用いる。また、漸進法において、ラジオシティエネルギーを放射するパッチを複数にして、漸進法そのものも並列化する。

このアルゴリズムを超並列計算機 Parsytec GC-PowerPlus に実装し、アルゴリズムの有効性と、超並列計算機上で実行する際の問題点について比較検討を行う。

Copyright © 1997 by Hiroyuki Abe

2　3 次元画像生成とラジオシティ法

ラジオシティ法では相互反射を考慮することにより、次のような特徴を持つリアルな画像が得られる。影が半影 (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、さらに相互反射による間接光により直接光の届かない点にも照射されるなど、間接光がかもしだ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は、あるパッチ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、全環境内のパッチのラジオシティ値が得られる。

フォームファクタは、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。ヘミキューブ法では、パッチ中心に仮想の半立方体 (ヘミキューブ) を用意する。パッチの中心を視点に、ヘミキューブの各面をスクリーンに見たて、スクリーンに他のパッチを投影し、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。

ラジオシティ法では、当初から存在する従来法と、漸進法の 2 種類に大別される。

従来法は、まずすべての環境内のフォームファクタを完全に求めた後、ラジオシティ方程式に代入して、ガウスザイデル法などの反復計算をして求める方法である。

漸進法は、あるパッチが環境にどれほど影響を与えているかを基準にする方法で、従来法と考え方が逆である。この手法は使用するメモリ容量が少なくて済み、また漸進的に画像がなめらかに変化するので、この考え方が提案されてからはほとんどが漸進法を用いた研究になっている。

3　ラジオシティ法の並列化

ラジオシティ法を並列化するのに、従来はポリゴンやパッチを並列化の単位とするものが一般的だった。または、レイトレーシング法を基にした、パッチから放射される光を分割する手法も研究がなされた。

本研究ではヘミキューブをメッシュ状に分割し、それを各プロセッサに分散して並列化する手法を用いている。また、漸進法におけるエネルギーの放射では、複数のパッチから同時に放射することによって並列に処理することが特徴である。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、その結果得られたラジオシティ値を Z バッファ法でレンダリングする。このアルゴリズムを超並列計算機 Parsytec GC-PowerPlus に実装した。

実験結果として、プロセッサ数が増加すると、高速化率も増加するが、ある点で飽和して、それ以上は高速化率が減少するということになった。全処理内で、通信にかかる時間がばかにならず、各プロセッサでの計算量が減っても実行時間が増加してしまった。同期を減らして通信時間を低減させるようとしたが、プログラムの終了条件である収束が極端に遅くなった。ブロードキャストのアルゴリズムをツリー構造を用いたものに変更することによって、わずかではあるが処理時間を短くすることができた。全体として同期を減らすような必要があり、そのためには一度の通信での転送量を大きくする工夫が必要で

ある。

4　結論

本研究ではヘミキューブを分割して、処理を各プロセッサに分散させる方法を提案し、超並列計算機 Parsytec GC-PowerPlus に実装した。今回の実装方法では、プロセッサ数がある程度増えると高速化率が下がるという結果になり、通信量を少なくすることが必要である。一般にプロセッサ間で通信を行うときには、コネクションを張るのにかなりの時間がかかるので、その点も考慮に入れた並列化を行うことが重要である。