

並列双方向視線探索法における負荷分散について\*

6R-1

紙正彦<sup>†</sup> 河合利幸<sup>‡</sup> 寺西忠勝<sup>§</sup> 情木順一<sup>¶</sup> 大西啓修<sup>||</sup>  
 大阪電気通信大学\*\* 株式会社プラス・ワン<sup>††</sup> 三菱プレジジョン株式会社<sup>‡‡</sup>

1 はじめに

写実的な3次元画像生成手法の一つに双方向視線探索法がある。この手法は膨大な計算時間を必要とするが、並列計算を行うことにより大幅な計算時間短縮が期待できる。このため我々は並列画像生成装置MAGGへの実装を行ってきた[1]。本稿では同法の逆方向視線探索部の計算時間短縮をねらいとした、負荷の均一化手法について述べる。

2 ハードウェア構成

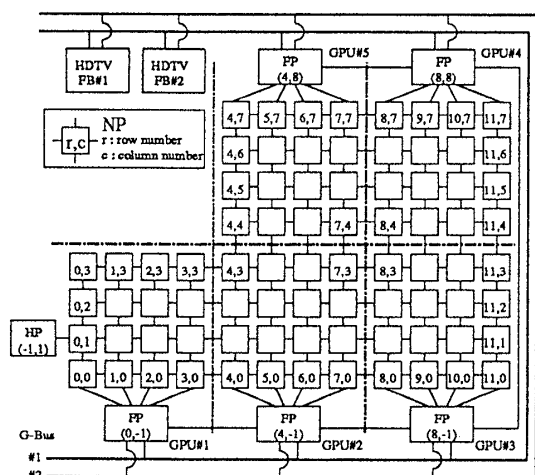


図1: MAGGのハードウェア構成

MAGGはプロセッサにトランスピュータ T-800を86台用いており、図1に示すようにシリアルリンクとバスで結合されている。MAGGに用いられているトランスピュータは3種類に分類される。パーソナルコンピュータ

\*A load balancing technique for parallel bidirectional ray tracing

<sup>†</sup>Masahiko KAMI

<sup>‡</sup>Toshiyuki KAWAI

<sup>§</sup>Tadamasa TERANISHI

<sup>¶</sup>Jun-ichi ABEKI

<sup>||</sup>Hironobu OHNISHI

\*\*Osaka Electro-Communication University

<sup>††</sup>Plus One Inc.

<sup>‡‡</sup>Mitsubishi Precision Co.,Ltd

の拡張ボード上に搭載された1台のHP(Host Processor)は内部メモリ2MBを持ち制御用として動作する。5台のFP(Fork Processor)は内部メモリ256KB、共有メモリ8MBを持ちデータ管理用として、80台のNP(Node Processor)は内部メモリ512KBを持ち計算用として動作する。MAGG本体は5枚の描画カードから構成されており、それぞれ1台のFPと16台のNPが搭載されている。データ転送は、シリアルリンクによるパケット転送と、バスによるDMA転送の二つが利用できる。

3 双方向視線探索法

双方向視線探索法は、レンズによる透過光の集光や鏡面の反射による照り返しが表現できる。この手法は大きく分けて、光源から全物体の表面にエネルギーを放射して照度マップを計算する逆方向視線探索部と、視点から各画素へ向かって視線を出してその輝度を計算し、最終的な画像を生成する視線探索部から成っている。どちらもその中での処理はそれぞれ独立して行えるため並列化に向いている。

3.1 逆方向視線探索部の並列処理

物体は全てパッチ(三角形の板)で構成され、エネルギーを扱う最小単位をエレメント(パッチを再帰的に分割した三角形の板)と定義する。1光源からの1エレメントに対するエネルギーの伝搬はそれぞれ独立した処理単位となる。この処理を各プロセッサに割り当てることで並列計算を行うことができる。ここではこの対を光源・エレメント対と呼ぶことにする。具体的には、光源・エレメント対を全FPに均等分配した後、FPが同一描画カード内のNPに対し、この対が無くなるまで動的に割り当てを行う。

### 3.2 負荷の再分配

逆方向視線探索部の処理が進むと、描画カード単位で処理が終了し、他の全てが終了するまで待ち状態となる。そこで、以下の方法で負荷の再分配を行った。

FPに既に光源・エレメント対がなく、かつNPより割り当て要求があった場合、要求を受けたFPは隣接FPに光源・エレメント対の再分配を要求する。その隣接FPに2個以上の光源・エレメント対が残っていれば、再分配要求は承認され、この対の1/2が要求側のFPの管理下に置かれる。

隣接FPが再分配要求を拒絶したときは指定された回数を上限として隣々接、隣々々接という具合に次々と再分配要求を出し直す。指定した上限まで要求を繰り返しても再分配を受けられない場合はその描画カードの処理は終了となる。

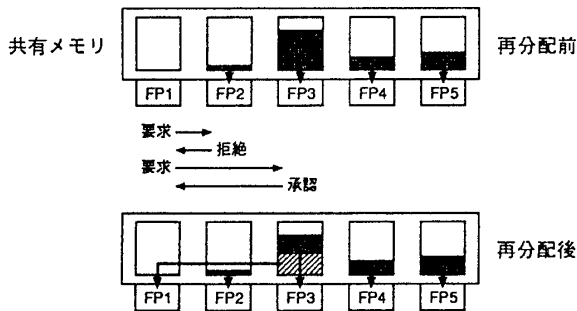


図 2: 負荷の再分配

### 4 評価実験

上記の負荷再分配手法を評価するため、NP台数、再分配要求回数の上限を変え、実際に図3に示す画像を生成して逆方向視線探索部の計算時間を計測した。実験に用いたシーンは、光源数1、バッチ数226、分割後のエレメント数9088より構成される。また、反射回数4回まで、透過回数4回までの条件で画像生成を行った。

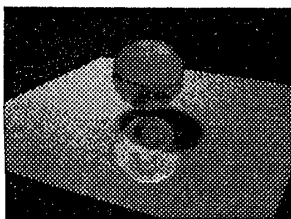


図 3: 生成画像

その結果を図4に示す。横軸は再分配要求回数の上限、縦軸に逆方向視線探索部の計算時間を表す。NP台数が少ないときほど再分配の効果が大きく、80台で最大約9%、5台で最大約15%の処理時間の短縮があった。図5には縦軸に逆方向視線探索部におけるNPの計算時間の最長時間と最短時間との時間差を取ったグラフを示す。この時間差は再分配要求回数が増加するに従って0に近づく。

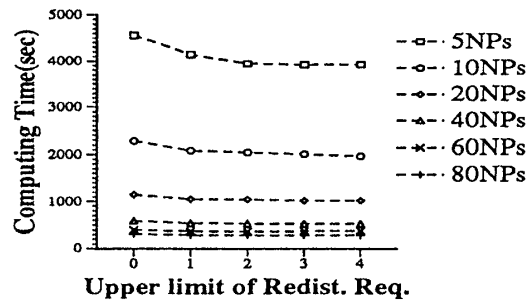


図 4: 逆方向視線探索部の計算時間

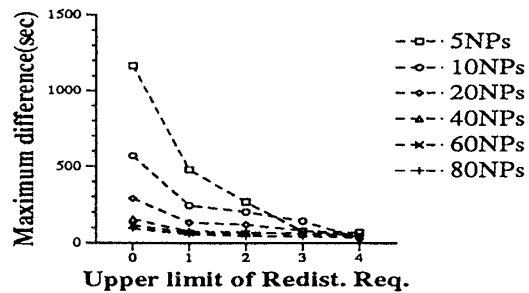


図 5: NPの最大処理時間差

### 5 まとめ

双方向視線探索法の逆方向視線探索部における、負荷の再分配による負荷のばらつきの均一化、計算時間の短縮を試みた。実験では、再分配によって計算時間が短縮できた。負荷にばらつきが多い場合は特に効果的である。図5より、再分配の効果はほぼ限界に達しているため、さらに計算時間を短縮する場合は別の方法を検討する必要がある。

### 参考文献

[1] 寺西, 河合, 小沢, 情木, 大西, “画像生成装置MAGGのための並列双方向視線探索法”, 情報処理学会グラフィックスとCAD研究会報告, No.60, pp.49-56, Dec. 1992.