1C-6 画面分割と空間分割によるレイトレーシング法の高速化

原田　博之　　○山崎　勝弘　　渡部　透　　得丸　英勝

立命館大学理工学部

1　はじめに

レイトレーシング法では，可視物体が各々の光線と交差するかどうかを知るために，すべての物体と交差判定を行う必要があり，膨大な計算時間を必要とする．並列化による高速化では現在までに次の3つの方法が考えられている [1]．

パイプライン:レイトレーシングの異なったプロセスを異なったプロセッサで処理する．

ピクセル並列性:ピクセルごとの計算は独立しているので，異なったプロセッサで計算する．

空間並列性:シーンをいくつかのボリュームに分割し，それらを各プロセッサに分配して光線のやりとりを行う．

本研究では，トランスピュータ（T805 25MHz，以下 TP）64 台をリング接続，及びトーラス接続したマルチプロセッサシステムを用いて並列化し，画面分割と空間分割による高速化について検討する．

2　並列化手法

2.1　画面分割

各ピクセルは独立に計算できるので，スクリーンをプロセッサ数で分割し負荷を分散させる．画面を等分割した場合，物体の配置により負荷の偏りが生ずる．そこで実際の計算を行う前に，物体記述データからどのあたりの負荷が大きいかを予測し，それに基づいて画面を分割し，各プロセッサの負荷の均衡を図る．しかし，物体がスクリーン上のどの辺りに描かれるか，鏡面や屈折を含んだ物体の負荷はどのくらいかなど負荷を正確に予測するのは非常に困難である．ここでは負荷の予測をレイトレーシングの実行時間に比べてできるだけ小さくし，できる限り負荷を正確に予測することを目標としている．

負荷均衡アルゴリズム (Load Balancing Algorithm (LBA)) は，まず物体記述データから物体が画面上に描かれる領域を求める．そして，画面を分割する方向に１ラインずつ負荷の計算を行い，画面全体の負荷を求める．全体の負荷を分割数で割り，その平均の値に近くなるように，ラインを割り当てていき，画面を分割する．図 1に負荷均衡アルゴリズムによって分割された様子を示す．

2.2　空間分割

交差判定の回数を減らすために，シーンの空間をボクセルという小さな空間に分割する．各ボリュームにそこに存在する物体のデータのみを与えておき，交差判定の際，その物体のみと計算を行うことで高速化を図る．実際には，各プロセッサに各ボクセルを割り当て，各物体のデータを持たせる．交差判定による時間が軽減される反面，ボクセル間 (プロセッサ間) の光線の移動によるオーバヘッドが大きくなるため，z軸方向の分割は行わず x, y方向の分割のみを考えることにした．

図 2に示すように，各プロセッサにボクセル番号が割り当てられ，光線のデータ，つまりレイパケットのやり取りがボクセル間で行われる．レイパケットの計算結果はリターンパケットとして，それを発したプロセッサに戻される．全プロセッサの計算が終了すれば，計算結果が Root に送られる．

各プロセッサには，図 3に示すように通信タスクとメインタスクがあり，それぞれデータ通信，光線追跡の処理が行われる．通信タスクには各ポートからの入出力用の１０個のスレッドが存在し，入出力の監視を行っている．最大で 8x8x1 の分割とし，同じ大きさのボクセルを想定している．

Speedup of Ray Tracing Using Screen and Space Subdivision
Hiroyuki Harada, Katsuhiro Yamazaki, Tohru Watanabe, and Hidekatsu Tokumaru
Ritsumeikan University

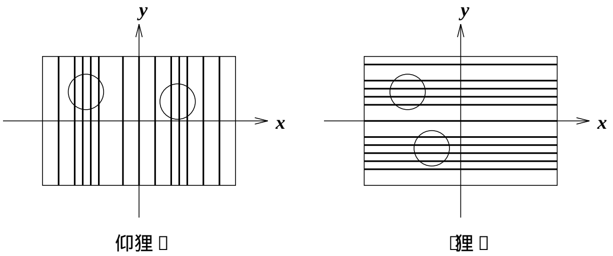

図 1: 画面分割

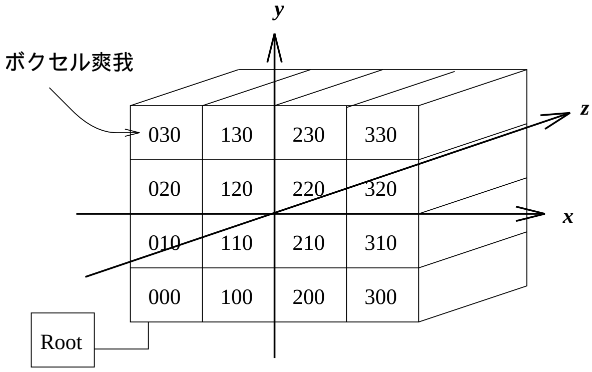

図 2: 空間分割 (プロセッサ数 16 台)

3　実験方法

画面分割の実験として画面を縦 / 横方向に等分割したものと，図 1 のように負荷均衡アルゴリズムで縦分割，横分割したものとを比較評価する．TP の結合網はリング接続とトーラス接続で行う．実験では反射，屈折などを含む 7 通りのデータを用いた．

4　結果と考察

図 4に球を規則的に 100 個配置したデータの結果を示す．これはリング接続による結果である． Column,Row は等分割による結果で，Column-LB,Row-LB は LBA による結果である．この場合，どちらの分割方向に対しても LBA の方が結果がよくなっている．等分割において，Row 方向の分割より Column 方向の分割の方が良い結果が得られているが，これは画像の負荷の偏りが Row 方向に大きい画像であることが原因である．また，球が規則的に配置された画像では，速度向上がほぼリニアであるが，偏って配置された画像では，全体的に速度向上が悪くなっている．

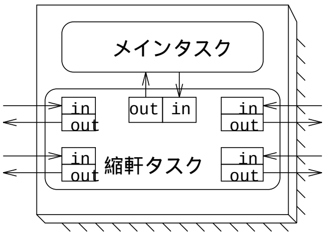

図 3: 各プロセッサのタスクとスレッド

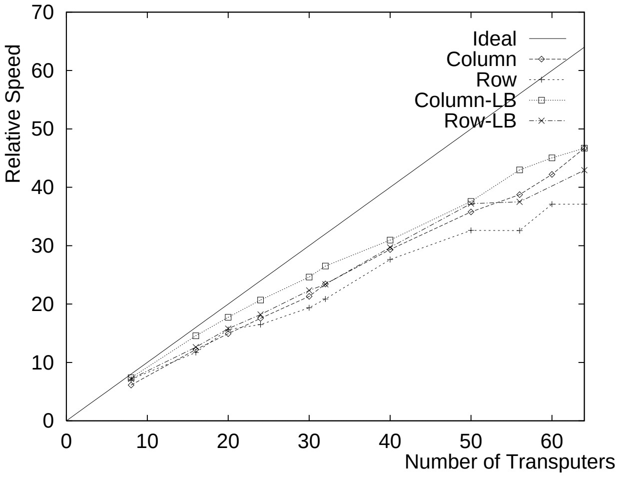

図 4: 実験結果

5　おわりに

画面分割では TP の台数によっては等分割の方がよい結果が得られているが，全体的には負荷均衡の方がよい結果が得られた．鏡面や屈折では負荷の重みが決めにくく，うまく負荷の分散が行われていないので，負荷の重みや均衡アルゴリズムを再検討する必要がある．現在，空間分割による性能評価を進めている．

参考文献

[1] M.D.J.McNeil, et al, " Performance of Space Subdivision Techniques in Ray Tracing", *COMPUTER GRAPHICS forum*, pp.213-220, 1992.