

1ZD-01 改良光束追跡法における視点移動に関する検討

小山 和広[†], 岡田 稔^{††}

[†]名古屋大学大学院工学研究科, ^{††}中部大学工学部

1 はじめに

光線追跡法は、フォトリアルな画像を生成することができる反面、膨大な計算量が必要であるという欠点があった。そこで、従来よりビームトレーシング法 [1] など様々な光線追跡法の高速度化手法が提案されてきた。また、光線追跡法を用いて動画像を合成する手法として、固定視点のもとでフレーム間での変化部分のみ再計算する部分更新レイトレーシング [2], bounding-box で物体を囲むことにより各フレームで追跡すべき画素を決定する手法 [3] などが提案されている。

我々は先に、ビームトレーシング法の問題点である重複レンダリングを解決するための一手法 [4][5] を提案している。本論文では、この改良光束追跡法の動画像生成への応用を目的として、視線方向はそのまま視点が見線方向に沿って移動する場合に対応させるための手法について検討する。

2 改良光束追跡法

本研究では鏡面多面体と拡散多面体からなるシーンを想定し、またシーンの中の多面体はすべて半空間をプリミティブとする CSG (Constructive Solid Geometry) [6] で表現されている。改良光束追跡法 [4][5] では、スクリーン上での隣接画素間における光線のコヒーレンス (光線追跡木の類似性) に着目して、コヒーレンスを持つ光線 (光束) に対する画素の集まりを一つの領域としてスクリーンを予めオーバーラップのない領域に再帰的に分割する。そして、各分割領域ごとにその対応する光束が交差する背景をレンダリングすることにより、高速に画像を合成する。このスクリーンの再帰的領域分割アルゴリズム [5] を以下に示す。

A Study on Recursive Screen Segmentation with Moving Viewpoint by Improved Beam Tracing
Kazuhiro KOYAMA[†] and Minoru OKADA^{††}
[†]Graduate School of Engineering, Nagoya University
Furo-cho, Chikusa-ku, Nagoya 464-8603, Japan
^{††}College of Engineering, Chubu University
1200 Matsumoto-cho, Kasugai 487-8501, Japan

- (1) CSG データをポリゴンデータに変換 [7] する。
- (2) 可視ポリゴンを見つけ、それを注目ポリゴンとして他のポリゴンを反射変換する。
- (3) 反射変換したポリゴンをスクリーンに投影し、注目ポリゴンでクリッピングをする。
- (4) (2) と (3) を再帰的に繰り返す。

3 動画像生成への応用

2 で述べたアルゴリズムを動画像を目的として複数フレームに拡張する場合、各フレームで独立に計算するのではなく、直前のフレームにおける分割結果を利用する。そのアルゴリズムを以下で説明する。

3.1 CSG からポリゴンへの変換

これは視点の移動とは関係ないので、シーンの中の多面体に変化がなければ、第 1 フレームに対してのみ CSG からポリゴンへ変換する。

3.2 可視ポリゴンと反射変換するポリゴンの判定

視点移動の様子とそれに伴う光束の軌跡と分割数の変化を図 1 に示す。ここで、 V は視線方向ベクトルであり、 E_k は第 k フレームにおける視点の位置である。図 1(b) は第 i フレームでの様子であり、スクリーンが背景を含めて 7 つの領域に分割されている。

移動後の視点が見線方向を含む無限平面を越えない場合 (図 1(c)) は、可視ポリゴンの数も変化せず、反射変換するポリゴンの順序も変化しない。反射変換自体も鏡像の位置 [5] であるので、この場合は再判定しない。移動後の視点が見線方向を含む無限平面を越えた場合 (図 1(d)) のみ再判定・再計算をする。

3.3 スクリーンへの投影とクリッピング

現段階では、各フレームごとに計算する。しかしながら、視点移動が微小である場合、直前のフレームのクリッピングの結果を拡大あるいは縮小することなどによって利用することが可能である。

3.4 第 2 フレーム以降での高速度の度合

2 で述べた 3 つの処理の第 1 フレームにおける時間的割合は、反射回数に依存するがそれぞれほぼ 50%, 25%, 25% である。したがって、第 2 フレ

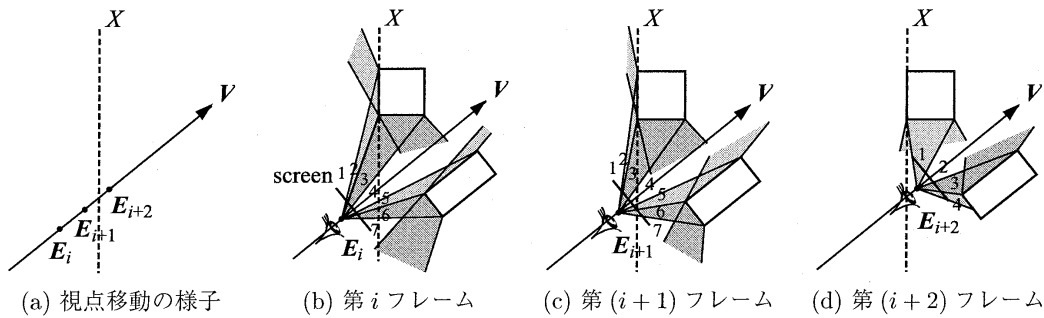


図 1: 視点移動に伴う光束の軌跡と分割数の変化

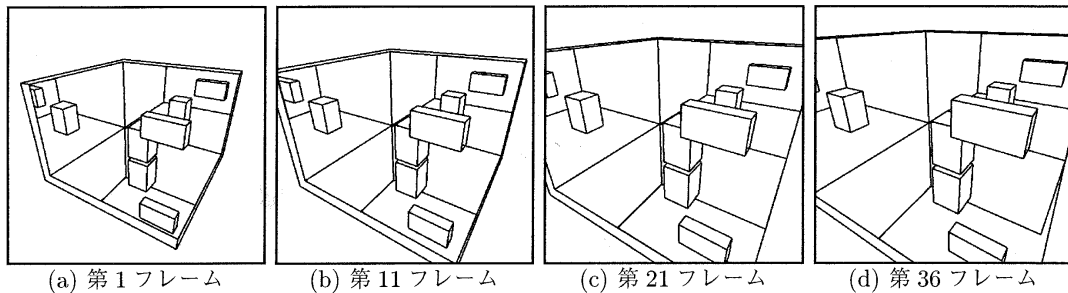


図 2: 視点移動に伴うスクリーンの分割結果

50%~75%の分割時間の短縮が期待される。

4 実験方法と結果

3で述べたアルゴリズムを用いて、複数フレームでの実験を行った。スクリーンの分割結果の一部を図2に、またそれぞれの結果における分割時間と領域の数を表1に示す。実験機種はSGI ORIGIN200 (R10000/180MHz)である。図2(b), (d)は直前のフレームからポリゴンを含む無限平面を越えない場合で、図2(c)は越えた場合である。第1フレームでは、CSGからポリゴンへの変換のため時間がかかっているが、それ以外のフレームでは分割時間がほぼ75%短縮されている。

5 まとめ

本論文では、ビームトレーシング法の一改良手法として我々がすでに提案しているスクリーンの再帰的分割手法において、視点が視線方向に沿って移動する場合への対応に関して検討した。第2フレーム以降のフレームは、非常に短時間でスクリーンを分

表 1: 視点移動に伴う分割時間と領域の数

図 2	(a)	(b)	(c)	(d)
分割時間 [ms]	148	30	35	30
領域の数	37	37	35	33

割することができることを示した。リアルタイムレンダリングへの可能性を示唆しているといえる。

今後の課題としては、本アルゴリズムの改良、直前のフレームでの情報を利用した背景マッピングを施すことにより画像を合成し、それに対する計算時間の評価、視線方向の変化への対応が挙げられる。

参考文献

- [1] P. S. Heckbert and P. Hanrahan: "Beam Tracing Polygonal Objects", *Proc. of SIGGRAPH'84*, Vol. 18, No. 3, pp. 119-127, 1984.
- [2] 村上, 広田, 石井: "部分更新レイトレーシング", *情処論*, Vol. 30, No. 6, pp. 689-697, June 1989.
- [3] A. Sanna and P. Montuschi: "An Efficient Algorithm for Ray Casting of CSG Animation Frames", *Proc. of WSCG'98*, pp. 323-330, Feb. 1998.
- [4] K. Koyama, Y. Kawai, Y. Tomizawa and M. Okada: "A Recursive Region Segmentation Method of Projection Screen for High Speed Ray Tracing", *Proc. of VSMM'98*, Vol. 1, pp. 339-343, Nov. 1998.
- [5] 小山, 岡田, 内川: "光束追跡のための再帰的領域分割法の改良", *情処研報*, GCAD, 99CG95-4, pp. 19-24, April 1999.
- [6] 岡田, 金, 横井, 鳥脇: "半空間プリミティブと3値論理代数系に基づく多面体の記述", *情処論*, Vol. 38, No. 8, pp. 1583-1592, Aug. 1997.
- [7] 河合, 岡田: "半空間プリミティブに基づく多面体表現のための多角形パッチ生成における冗長性削除の一手法", *情処論*, Vol. 40, No. 8, pp. 3310-3317, Aug. 1999.