

1ZD-02 改良光束追跡法における背景マッピングの基礎検討

加藤 利明[†], 小山 和広^{††}, 岡田 稔[†]

[†] 中部大学工学部, ^{††} 名古屋大学大学院工学研究科

1 はじめに

光線追跡法 [1] は反射, 屈折, 隠影などの現象を再現できるため, リアルな CG(Computer Graphics) を生成することができる有効な手法である. しかし, 視点とスクリーン上の各画素とを結ぶ光線を再帰的に追跡するため, 計算量が膨大になってしまう欠点があった. この欠点を解決するために, 様々な研究がなされてきた. その一つとして, 隣接する画素間のコヒーレンス(類似性)を利用して, ポリゴンと光線との交差判定の回数を減らす光束追跡法 [2] がある. 我々はすでに光束追跡法の改良として, 光線のコヒーレンスに基づいてスクリーンを再帰的に分割する手法 [3][4] を提案している. 改良光束追跡法を用いることにより, 光線追跡法の高速化と光束追跡法でのポリゴンが重なる部分の画素について重複してレンダリングする必要がないという利点がある.

本論文では, 改良光束追跡法での背景マッピングによるレンダリング法について述べる. なお, 定義物体は鏡面多面体のみを想定する.

2 レンダリング手法の比較

ここでは, 以下の 3 つのマッピング手法の相違について述べる.

2.1 光線追跡法

光線追跡法 [1] では, それぞれの光線を再帰的に追跡することにより背景の映り込む様子が表現される. その際, 画素単位で光線追跡木に基づいて, 画素値を決定する.

A Fundamental Study on Background Mapping for Improved Beam Tracing
Toshiaki KATO[†], Kazuhiro KOYAMA^{††} and Minoru OKADA[†]

[†]College of Engineering, Chubu University
1200 Matsumoto-cho, Kasugai, 487-8501, Japan
^{††}Graduate School of Engineering, Nagoya University
Furo-cho, Chikusa-ku, Nagoya 464-8603, Japan

2.2 光束追跡法

光束追跡法 [2] では, 定義物体を構成する各ポリゴンごとに映り込む背景をマッピングしていく. そして, 視点から見えるポリゴン順にレンダリングしていく, 反射・屈折した方向にポリゴンが存在するならば, そのポリゴンを重ねてレンダリングしていくことにより映り込む背景を表現する.

2.3 改良光束追跡法

改良光束追跡法 [3][4] では, まず光線追跡木のコヒーレンスに基づいてスクリーンをオーバーラップのない領域に再帰的に分割する. 視点と分割された各領域内のすべての画素とを結ぶ光線を光束として, その光束が交差する背景を計算する. 光束追跡法とは違い, 視線から追跡したポリゴンとは逆の順序でマッピングしていく. スクリーン上で分割された各領域ごとにレンダリングをするため, 光束追跡法における重複レンダリングを解決することができる.

3 背景マッピングのアルゴリズム

図 1 を用いて, 改良光束追跡法での背景マッピングによるレンダリング法について説明する.

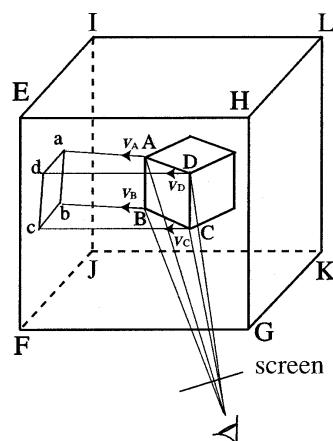


図 1: 定義物体とそれを囲む無限大の立方体

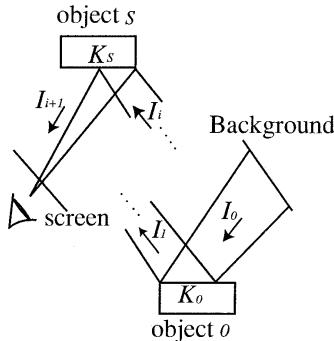


図 2: 輝度の再帰的計算

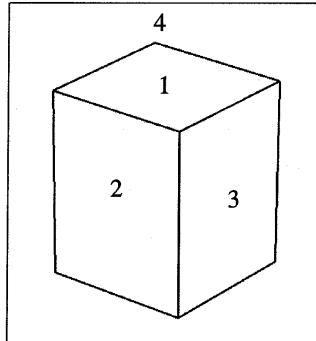


図 3: 分割結果

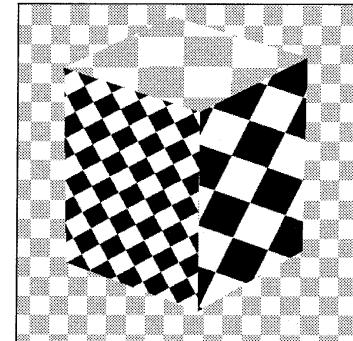


図 4: 実験結果

1. スクリーンを分割していくと同時に、光束が交差するポリゴンの各頂点の反射方向ベクトル $\{\mathbf{V}_A, \mathbf{V}_B, \mathbf{V}_C, \mathbf{V}_D\}$ を記憶しておく。
2. 図 1 のように無限大の立方体で囲み、その立方体の内側に背景となる画像（環境マップ）を貼りつける。
3. 1.で記憶した反射方向ベクトルの延長線と環境マップとの交点を求めることにより、映り込む背景のポリゴン abcd がわかる。
4. 視点から見ることのできるポリゴンを逆から追跡して、マッピングしスクリーン上の対応する領域にレンダリングする。

マッピングする際の輝度は、次式で表すことができる。

$$I_{i+1} = I_a + K_s I_i \quad (1)$$

ここで I_a は光源や視線の位置に依存しない環境光成分であり、 I_i は入射光成分、 K_s は objectS の鏡面反射係数である。 i は反射の回数を表している。図 2 のように、式 (1) を再帰的に適用することにより、定義物体の表面の輝度を計算することができる。

4 実験

前章で述べたアルゴリズムを用いて実験を行った。なお、定義物体は鏡面直方体 1 つとした。結果を図 4 に示す。使用機材は SGI ORIGIN200 (R10000/180MHz) で、マッピングに要した時間は 4.906[s] であった。定義物体にマッピングされた背景に、多少にゆがみがみられるが、これは分割された領域とそこに対応する環境マップの領域の形や大きさの相違によって起きた現象である。図 3 の 4 の領域には図 1 の IJKL が背景として映っている。そ

して、図 3 の 1 の領域には図 1 の IJKL の画像が映り込んでいるため、背景と同じ色になっている。図 3 の 2,3 の領域はそれぞれ図 1 の環境マップの EFJI と HGKL の画像が、映っているが市松模様の幅が異なるため、このように見えているのである。

5まとめ

本論文では、以前我々が提案した光束追跡法の一改良手法において、背景マッピングによる各分割領域でのレンダリング法について検討した。映り込む背景を鏡面反射係数を用いて再帰的に求めることにより、リアルな画像を高速に生成することが可能である。今後の課題としては、本アルゴリズムの改良と光束追跡法との画像合成時間の比較などが挙げられる。

参考文献

- [1] T. Whitted, "An Improved Illumination Model for Shaded Display", *Communication of the ACM*, Vol. 23, No. 6, pp. 343–349, 1980.
- [2] P. S. Heckbert and P. Hanrahan, "Beam Tracing Polygonal Objects", *Proc. of SIGGRAPH'84*, Vol. 18, No. 3, pp. 119–127, July 1984.
- [3] 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.
- [4] 小山和広, 岡田稔, 内川嘉樹, "光束追跡のための再帰的領域分割法の改良", 情報研報, GCAD, 99CG95-4, pp. 19–24, April 1999.