

G-4

計算機合成ホログラムへの大域照明の導入

Introduction of the global illumination to computer-generated holograms

中村将基¹, 山口健², 吉川浩²Masaki Nakamura¹, Takeshi Yamaguchi², Hiroshi Yoshikawa²

Abstract: The computer-generated holograms (CGH) can reproduce virtual objects as complete 3D image in real space. In our previous research, we created CGH by point sources that based on rendered virtual objects as 3DCG image. However, the point sources were not able to express delicate lights because the method based on basic shading algorithm. Therefore, we were not able to fruition a realistic reproduced image. In this report, we investigate ray tracing and radiosity in a generating process of point sources. As a result, we realize to generate point sources for photo realistic CGH that includes mirror surface reflection, a soft shadow and recursive diffuse reflection.

1. はじめに

完全な 3 次元情報を記録し再生できるホログラフィは、両眼視差、輻輳、焦点調節など人が立体視する際の生理的要因を全て満たすことができる。これを計算機を用いて作成したものを計算機合成ホログラム（以下 CGH）と呼ぶ。我々は以前、仮想物体を OpenGL で描画し、得られた画像およびデプスバッファを元に点光源群を生成する^[1] ことによって CGH を作製した。しかし、OpenGL の基本的なシェーディングのみで仮想物体を描画する為、現実味のある仮想物体像を再生することができなかった。

本報告では、より写実性の高い CGH の実現を目的とし、仮想物体から点光源群を生成する過程にラジオシティ法および光線追跡法を導入する。過去に報告された、光線追跡による CGH での鏡面物体への映り込みを表現する方法^[2] に加え、ラジオシティ法を導入することで、鏡面物体への映り込み、ソフトシャドウ、拡散光の副次反射などを表現する点光源群を作製する。

2. ラジオシティ法

ラジオシティ法^[3] は、光源から直接または間接的に放射される光を仮想物体にマッピングする手法であり、完全な拡散反射面を持つ仮想物体の描画に長けている。光源から拡散反射面へ放射される光を再帰的に光を加算することで、間接光やソフトシャドウなどの柔らかい陰影を表現することができる。本報告で扱う仮想物体はポリゴンモデルデータであり、Fig. 1 の様に自己発光マテリアルを持つポリゴンから他のポリゴンへの光の放射を計算する。光源ポリゴンから拡散反射ポリゴンへ伝播される光量は、以下の式から求めることができる。

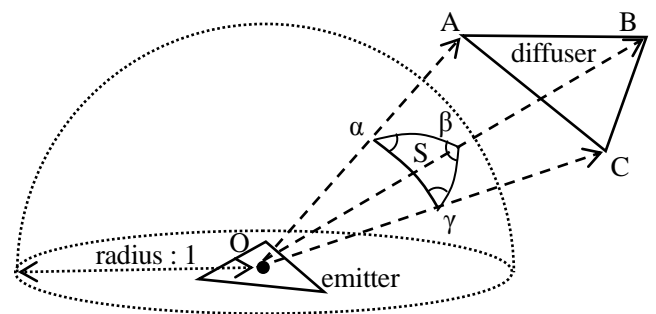


Figure1. Radiosity method

$$\Phi_{in} = \frac{\Phi_{out} S}{2\pi} \cos \theta \quad (1)$$

計算の都合上、発光ポリゴンの重心となる点から拡散反射ポリゴンへの放射を考える。Φ_{out} は発光ポリゴンが放射する光束であり、Φ_{in} は拡散反射ポリゴンに入射する光束である。また、S は光源を中心とした単位半球に投影した拡散反射ポリゴンの面積であり、θ は発光ポリゴンの法線と放射方向のなす角である。

式(1)から、光源からポリゴンへ伝播する光量を求めることができる。この計算を、発光ポリゴンから直視できる全ての拡散反射ポリゴンに行う。更に、光を伝播された拡散反射ポリゴンの拡散反射係数を掛けて、再帰的に光の放射を繰り返すことで、副次反射を含む空間中の拡散反射光を計算することができる。

3. 光線追跡法

光線追跡は、視点から光源に向かって光を逆方向に計算することで、主に鏡面反射など、視点位置に依存する像を計算する。その方法を Fig. 2 に示す。描画す

1 : 日本大学大学院理工学研究科 2 : 日本大学理工学部電子情報工学科

る解像度と視野角を決め、解像度と同じ本数の光線を視点側から追跡する。光線が交わった位置に点光源を生成することにより、ポリゴンモデルから点光源群を生成する。

視点からの光線が拡散反射ポリゴンと交わる場合は、予めラジオシティ法によりマッピングした拡散光を元に、衝突した位置に点光源を生成する。鏡面反射ポリゴンと交わった場合は、鏡面に対する光線の反射ベクトルと交わるポリゴンにマッピングされた拡散光から点光源を生成する。このとき、物体の奥行きを記録する CGH においては、光線と鏡面ポリゴンの衝突点に点光源を生成すると再生像の奥行きに矛盾が生じてしまう。そこで、以前に発表された CGH で鏡面反射を表現する方法^[2]と同じく、視点からの拡散光までの総光路長分だけ視点から離れた位置に点光源を生成する。

4. 点光源群データの評価

Fig. 3 に、ラジオシティ法および光線追跡により生成した点光源群を示す。500×500 本の光線を追跡し、161,056 個の点光源を生成した。間接光、ソフトシャドウ、および鏡面反射を表現する事ができた。光源から視点に至る光をシミュレートすることにより、写実性の高い点光源群を生成することができた。

Fig. 4 に、赤色フレネルホログラムとしての再生像シミュレーション結果を示す。光線追跡およびラジオシティ法を用いて、ホログラムとして出力可能な状態で点光源群を生成したことを確認できる。

5. まとめ

CGH の作成過程に光線追跡およびラジオシティ法を導入した。鏡面反射やソフトシャドウ、副次拡散反射の表現を可能にする事で、CGH のための写実的な点光源群を生成することができた。

今後は、光源からの光が鏡面物体で反射する様子などの表現についても検討する。

6. 参考文献

- [1] 藤井知彦, 山口健, 吉川浩: 「CG を利用した計算機合成ホログラムの陰面処理改善」, 電子情報通信学会技術研究報告, pp.147-152, 2007 年.
- [2] T Ichikawa, Y Sakamoto: "A rendering method of background reflections on a specular surface for CGH", International Symposium in Display Holography, 2012.
- [3] 千葉則茂, 土井章男: 「3 次元 CG の基礎と応用[新訂版]」, サイエンス社, pp.81-92, 2004 年.

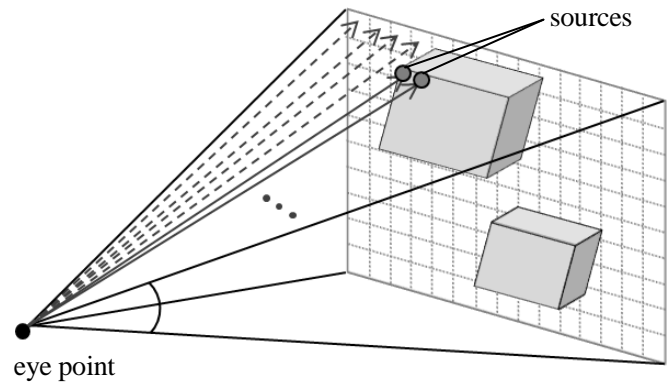


Figure2. Ray tracing method

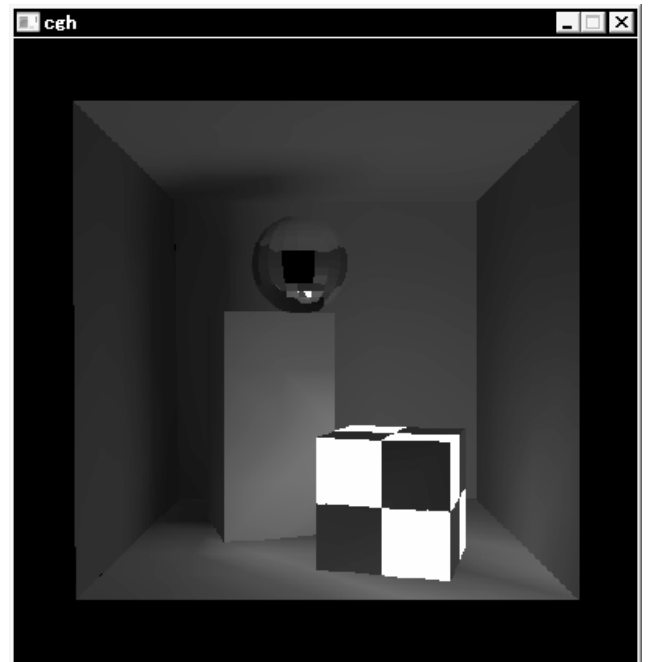


Figure3. Generated point sources

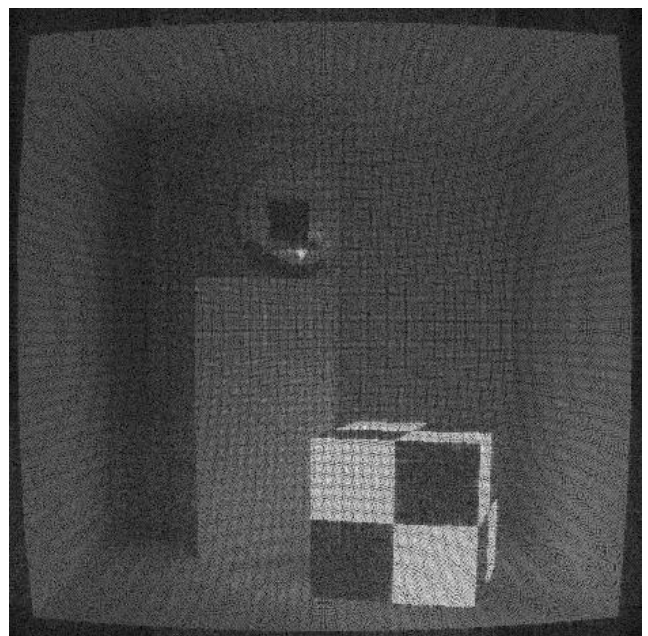


Figure4. Simulated reproduction image