

インタラクティブなシェーディング編集システムの開発 Development of Interactive Shading Editing System

岩崎 航[†] 土橋 宜典[‡] 山本 強[‡]

北海道大学工学部[†] 北海道大学情報科学研究科[‡]

1. はじめに

近年、コンピュータグラフィックス (CG) 技術の発展により極めて写実的な映像だけでなく、現実の世界では起こり得ないような仮想的な映像を生成することが可能になってきている。本研究では、そのような CG 技術のうち、シェーディング技術に着目する。本来シェーディングは光源及び物体の形状や材質により決定されるものであるが、映画などの映像製作においては、必ずしも正しいシェーディング結果だけが必要とされるわけではない。物理的に正しくなくとも、ユーザの意図する効果が得られるよう人工的な処理を施すといったことが行われている。そこで、本研究ではそのような要求に応えるために、物理計算に基づいたシェーディング結果に対し、ユーザが直感的に物体の陰影を編集できるシステムの開発を目指す。具体的には、3次元ポリゴンモデルで構成される3次元シーンを入力とし、シーン中の任意の物体に対してユーザの意図を反映させたシェーディングを施す手法を提案する。本稿では、提案手法の有効性を確認するため、対象物体を単一の球に限定し、光源は平行光源を仮定する。また、反射光については、拡散反射と鏡面反射を考慮し、それぞれランバート反射およびフオンの反射モデルに従って計算を行う。提案手法により、ユーザの意図を反映したシェーディング結果をインタラクティブに生成することを示す。

2. 従来研究

シェーディング編集システムに関する研究として文献 [1] がある。この手法では、完全鏡面反射物体を対象とし、物理計算に基づいた輝度計算結果に対して、鏡面反射物体に対する周囲の物体の映り込みをユーザがインタラクティブに編集できる。しかし、この手法では完全鏡面反射以外の鏡面反射や拡散反射成分の編集については考慮されていない。本研究では、これらの要素を対象としたシェーディング編集手法を提案する。

3. 提案手法

3.1 概要

一般に、シェーディングの計算には光源および物体に関する情報が必要となり、編集を行う上でもこれらの情報は重要である。本手法では物体単位でシェーディング編集を行うため光源情報ではなく物体を構成するポリゴンの各頂点が持つ法線、座標、色などの情報 (頂点情報) に着目する。ユーザの編集操作に応じて各頂点の頂

Development of Interactive Shading Editing System
Wataru IWASAKI[†], Yoshinori DOBASHI[‡], and Tsuyoshi YAMAMOTO[‡]

[†]Faculty of Engineering, Hokkaido University

[‡]Graduate School of Information Science and Technology, Hokkaido University

点情報を変更することでシェーディング結果を変化させる。図 1 に提案法を用いて球面上のハイライトの形状を編集している例を示す。ユーザは物体表面上の任意の点 (図 1 では、移動元 A) を画面上で直接選択し、所望の位置 (図 1 では、移動先 B) まで移動させる。移動操作に応じて周辺頂点の頂点情報が変更される。変更された頂点情報を用いて各頂点の輝度を再計算することでシェーディングの編集を行うことができる。図 1 では、円形状のハイライトを楕円形のハイライトへと編集を行っている。次節で各処理について詳しく説明する。

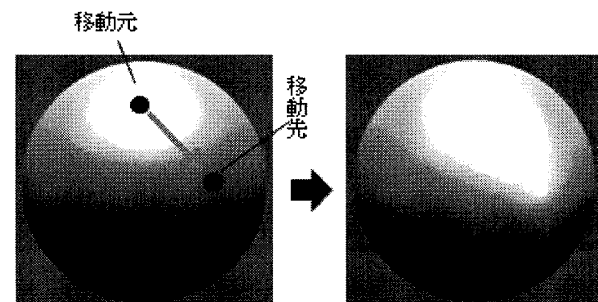


図 1. 移動元および移動先の設定

3.2 シェーディング編集手法

本手法では、物体表面上の任意の点には、一組のパラメータ (u, v) が一対一対応しているものとする。本稿では物体として球を扱うため、 u, v を球座標の θ, ϕ を用いて表すことができる。

まず、前処理として頂点情報を格納したマップ (以下、頂点マップと呼ぶ) を $u-v$ 空間において作成する (図 3 参照)。本手法では、頂点情報として法線および座標を用いる。具体的には、 uv 空間を格子状に分割し、各格子点に対応する頂点の法線ベクトルと位置ベクトルを格納する。また、各頂点は、各頂点位置に対応する頂点マップの uv 座標が割り付けられているものとする。提案手法では、ユーザの編集操作に応じて、各頂点の uv 座標を変更することでシェーディングの編集を実現する。

いま、ユーザが n 回編集操作を行った場合を考える。このとき、まず、各頂点 P に対し、以下の式により P' に移動させる。

$$P' = P + \sum_{k=1}^n w_k D_k \quad (1)$$

$$w_k = \frac{1}{d(T_k, P)} \quad (2)$$

ここで、 D_k は k 番目の移動ベクトル、 T_k は k 番目の移動先の座標、 d は距離を表す。移動後の点 P' が物体表面上にある場合には、点 P の uv 座標を P' の uv 座標に置き換える。物体表面上にない場合には、 P' に最も近い物体表面上の点 P'' を求める。そして、 P' の uv 座標を P'' の uv 座標で置き換える。本稿の場合、球を対象にしているため、 P' は図 2 に示すように、球の中心と P' を結ぶ線分と球の交点により求めることができる。図 3 に注目点における頂点情報の変更例を示す。青色の矢印が変更後の参照位置を表す。このように、マップからの参照位置を変更することで頂点情報を変更する。

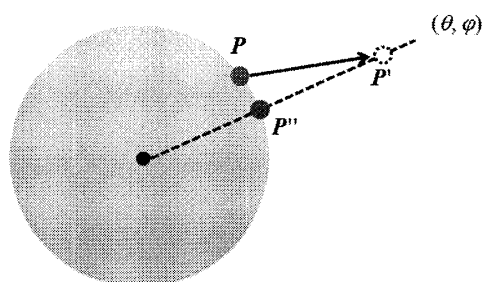


図 2. 球座標の利用

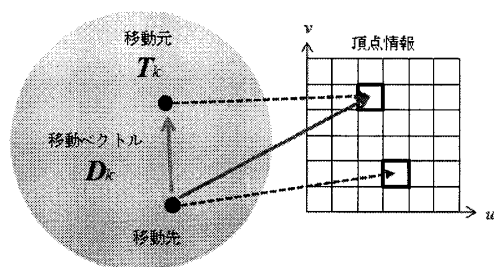


図 3. 頂点情報のマップ

次に、シェーディングの際には、変更した頂点情報を用いてシェーディングを行う。まず、各頂点の uv 座標から頂点マップを参照する。そして、参照位置に格納されている法線ベクトルおよび位置ベクトルを用いて各頂点の輝度 I を以下の式により計算する。これにより、シェーディング結果をユーザの意図したものに変更することができる。

$$I = k_s I_i \cos^n \gamma + k_d I_i \cos \alpha \quad (3)$$

ここで、 k_s は鏡面反射率、 I_i は入射光の強さ、 n はハイライトの特性を制御するパラメータ、 γ は視点方向と入射光の正反射方向のなす角、 k_d は拡散反射率、 α は入射光と頂点の法線のなす角を表す。

4. 実験結果

提案手法を適用した結果を図 4 に示す。実験環境は、CPU が Intel Core2 Duo P8600 (メモリ 4GB) となっている。

図 4(a)は編集を行っていない状態の結果であり、(b)は

(a)に対して視点位置および光源位置を変化させずに編集を行った結果である。また、(c)および(d)は(b)に対して視点を変更した結果である。(b)では拡散反射と鏡面反射が共に(a)から変化しており、本来の光源および物体の情報からは得られないような出力結果が得られていることがわかる。また、(c)および(d)では、ユーザが表示していない部分においても提案手法により滑らかにシェーディングが変化していることがわかる。

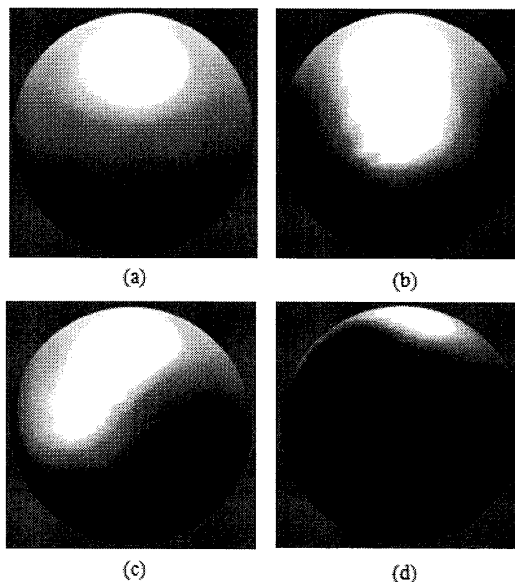


図 4. 実験結果

5. まとめと今後の課題

本稿では、1つの球のみで構成された3次元シーンに対し、ユーザがインタラクティブにシェーディングを編集することができる手法を提案した。提案手法により、物理計算に基づいたシェーディング結果をユーザの意図するシェーディング結果へとインタラクティブに変更することが可能になった。今後の課題としては、球以外の物体に対応することが挙げられる。本稿では、物体が球であったため物体のパラメータ (u, v) に球座標 (θ, ϕ) を用いた。他の物体に対応するためには、任意の3次元ポリゴンモデルをパラメータ化する手法が必要となる。

参考文献

[1] Tobias Ritschel, Makoto Okabe, Thorsten Thormahlen, Hans-Peter Seidel 2009, Interactive Reflection Editing, In Proceedings of ACM SIGGRAPH ASIA 2009, Article No. 129