

# 法線制御によるアニメーション風 CG のための陰影付け手法

山下 耀<sup>†</sup> 高野 裕基<sup>††</sup> 斎藤 隆文<sup>††</sup>

<sup>†</sup>東京農工大学 工学部情報工学科

<sup>††</sup>東京農工大学大学院 生物システム応用科学府

## 1. はじめに

アニメーション制作においては、フレーム毎の大量の静止面を元に動画を制作する。これらを手書きで描くことは、膨大な時間と労力がかかる。そのためコンピュータの利用が進んでいる。昨今では 3DCG が導入されて作品の質の均質化や制作時間の削減が試みられている。本研究では、3DCG をアニメーション制作に利用する場合の陰影表現の改善を目的とする。

## 2. セルシェーディング

3DCG を用いたアニメーション風の陰影表現を得るための手法として、セルシェーディングが用いられる場合が多い。セルシェーディングは、フォンの反射モデル等で得られた輝度に閾値処理により陰影を 2~3 段階程度の明暗として簡略化する技術である (図 1)。

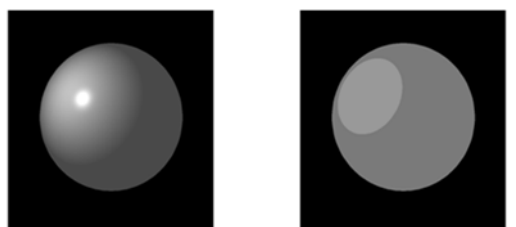


図 1 セルシェーディングの結果

しかし、セルシェーディングはモデルの形状や光源との位置関係などから陰影を生成するため、手書きによる手法では描かれない、制作側の意図にそぐわない陰影形状を生成してしまう場合がある。現在、その修正は多くの場合で生成された画像を 1 コマずつ修正する手間のかかる作業となる問題点がある。Todo ら[1]による対話的な修正手法が提案されているが、修正すべき箇所が多くなる課題がある。

Shading via normal control for CG like animation  
Yo Yamashita<sup>†</sup>, Yuuki TAKANO<sup>‡</sup>, Takafumi SAITO<sup>‡</sup>  
<sup>†</sup>Department of Computer and Information Sciences, Tokyo University of Agriculture and Technology.  
<sup>‡</sup>Graduate School of Bio-Applications and Systems Engineering, Tokyo University of Agriculture and Technology.

## 3. 法線転写による陰影形状の簡略化

先行研究として高野ら[2]による陰影形状の簡略化手法が提案されている。これはグラフの構造を表すラプラシアン行列を用いた形状平滑化手法[3]により、複雑な形状の元モデルを平滑化し、平滑化したモデルの法線を元のモデルへ転写する手法である (図 2)。高野らは、このラプラシアン行列において図 3 に示すように頂点間の距離が閾値以下ならば仮想的なエッジがあると仮定している。ある顔のモデルを 1000 回の平滑化処理を行い転写した結果を元のモデルと共に図 4 に示す。



図 2 法線転写手法のイメージ

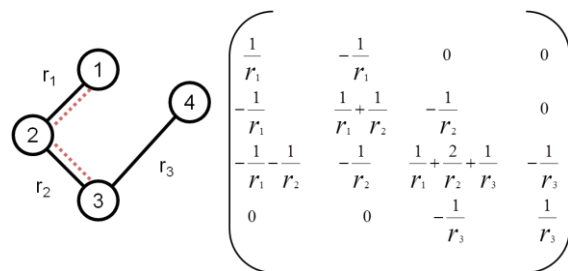
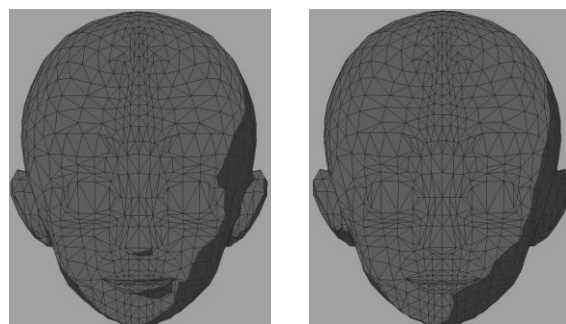


図 3 高野らの手法によるラプラシアン行列



(a) 元のモデル (b) 平滑化 1000 回

図 4 法線転写手法の実験結果

高野の手法では、鼻・唇の下の影は除去されたものの、頬や耳の部分に滑らかではない陰影形状が残っているのが分かる。また、法線転写手法において発生した複雑な陰影形状は、平滑化モデルと元モデルとの頂点の位置の差異が大きいためであると考えられる。

## 4. 陰影簡略化手法の改善

### 4.1 方針

3章の手法では、頂点間の距離を重みとすることで、頂点の差異を小さくする試みがなされていた。しかし仮想的なエッジがあると高野の手法では、頂点の位置の差異が大きくなるのは避けられない。そのため本研究では、頂点位置が変動しない法線を直接平滑化する。また、その他の改善手法の考案のためにラプラシアン行列への重み付け方法の変更等による実験を行う。

### 4.2 法線平滑化手法

3章の手法は、モデル平滑化の際に頂点座標を入力していたが、これを法線成分にすることで、法線の平滑化が可能ではないかと考えられる(図5)。法線成分を入力し、同様の平滑化方法で法線の平滑化実験を行った。3章の実験と同様の条件で実験を行い、結果を元のモデルと共に図6に示す。

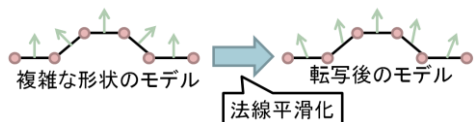
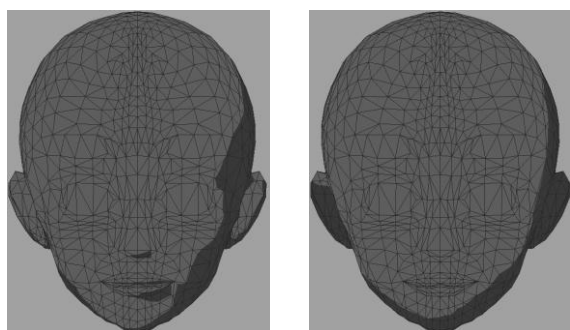


図5 法線平滑化のイメージ



(a) 元のモデル (b) 平滑化 1000 回

図6 法線平滑化手法の実験結果

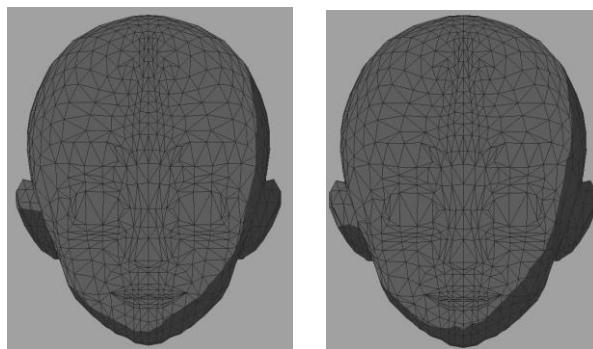
### 4.3 重み付け変更の結果と考察

4.2での手法は頂点間の距離を重み付けとして利用した。これは元の形状を維持するのを目的としているが、法線平滑化手法は元のモデルの形状がなまることを考慮する必要が薄いため、

重み付けを変更する以下の実験(a)(b)を行い、結果を図7に示し、結果を考察する。

実験(a)：頂点間の距離の平均を利用し、平均以下の距離の重みを大きくし、平均以上の距離の重みを小さくする。

実験(b)：全ての頂点間距離の最大の長さを基準として遠いほど重みを大きくする。



(a) 実験 1 (b) 実験 2

図7 重み付け変更実験結果

実験結果を見ると、頬の部分の影は滑らかになっているが、耳の陰影が変化している。また、最長の辺を基準に重み付けを行った場合、耳の陰影が小さくなり、左側からの光源をより強調する結果になっている。これらは見かけ上の頂点座標は変わっていないが、計算時には頂点位置が変動しているためであるのではと考え、現在検証中である。

## 5. おわりに

本研究では、法線転写による陰影形状簡略化に対して改善を行った。モデルの平滑化の代わりに法線を直接平滑化することで、よりよい平滑化が実現できた。今後は効果を検証した上で、さらなる改善を目指す。

謝辞：本研究の一部は、科研費 23300034 の助成を受けたものである。

### 参考文献

- [1] Hideki Todo, Ken-ichi Anjyo, William Baxter, Takeo Igarashi, "Locally Controllable Stylized Shading", ACM Transactions on Graphics Vol.26, Is.3 (Proc. SIGGRAPH2007), Article No.17 (2007).
- [2] 高野 裕基, 斎藤 隆文, 今間 俊博, "セルアニメーション風 CG のための陰影簡略化手法", 画像電子学会 第267回研究会 in 大阪 (2013)
- [3] G. Taubin, "A Signal Processing Approach to Fair Surface Design", Proc. ACM SIGGRAPH'95, pp. 351-358 (1995).