

3DCG におけるリアルタイム・セルシェーディング

5M-4

長澤 嗣治 八村 広三郎 房岡 璋
立命館大学 理工学部

1 はじめに

現在、アニメーション製作において、3次元物体をセルアニメ調にレンダリングするセルシェーディング処理が広く利用されるようになってきている [1]。この理由として、3DCG によるオブジェクトの形状、照明条件、カメラワークなどの変更の容易さがあげられる。すなわち、これらを変更した場合でも、新たにセル面を描きなす必要はなく、描画のパラメーターの変更だけで新しい画像を描くことができる。

従来は、このセルアニメーション調の画像を生成するために、スキャンライン法などを用いてレンダリングを行い、生成された 2D 画像に対してセル調画像への変換処理を行っていた [1]。しかし、このような単純な手法では処理時間がかかるので、これを高速化するための手法についての検討が行われている [2,3]。文献 [3] では、2次元画像上で輪郭線を折れ線近似することにより高速化をはかっているが、これでも、3D モデルからセル調画像へのレンダリング処理をリアルタイムに行うことは難しいと考えられる。

本稿では、3DCG 環境下でセルシェーディング処理をリアルタイムに行うためのひとつの手法と実験結果について報告する。

2 セルシェーディング

セルシェーディングとは、セルアニメーションを描く過程を 3DCG のレンダリング処理過程に適用し、3D モデルからのセルアニメーションの表現を CG によって生成するものである。セルアニメーションでは、オブジェクトの作る陰影のグラデーションを 3 つ程度の少ない数の固定明度の領域に塗り分けて描写し、さらに、オブジェクトの輪郭線を描くことが行われる。図 1 にその例を示す。

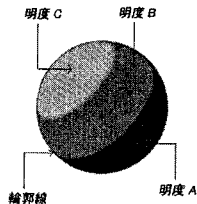


図 1: セル調描写

本研究では、このように、オブジェクトの陰影を 3 段階の明度で表現し、輪郭線を描き加えるという、日本のセルアニメーションで一般的に行われている表現手法の実現を目標とする。

3 高速化の手法

3.1 概要

従来手法では、物体をスキャンライン法などによってレンダリングする処理に多くの時間を必要であり、これが従来のセルシェーディングの遅い処理速度の原因となっていた。

本研究では、物体のレンダリング処理は OpenGL で行うこととし、輪郭線の描画のために特別な処理を行うことを避け、実際のオブジェクトから作られる仮想オブジェクトを追加して描画することにより、結果として輪郭線を得るようにした。OpenGL では、物体のレンダリング処理をリアルタイムな速度で実現できるので、仮想オブジェクトの追加によるポリゴンの増加の影響については、一定の許容範囲に収まると考えられる。

また、OpenGL で生成された画像に対して陰影の分割処理を行うようにする。

図 2 に、従来の手法と提案手法の流れ図を比較して示す。

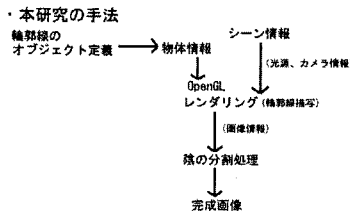
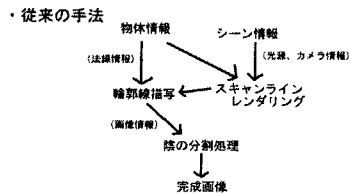


図 2: セルアニメ調変換処理

Real time cell shading in 3D CG environment

Tsuguharu Nagasawa

Kozaburo Hachimura

Akira Fusaoka

Faculty of Engineering and Science, Ritsumeikan University
1-1-1 Nojihigashi, Kusatsu, Shiga 525-8577, Japan

3.2 陰影の 3 段階分割処理

レンダリング処理され、生成された画像の明度に対して、2 つの閾値 t_1 、 t_2 ($min < t_1 < t_2 < max$) を

設定し、明度の最小値 (min) から最大値 (max) の間で、明度 min 以上 t_1 未満のピクセル領域を A、明度 t_1 以上 t_2 未満のピクセル領域を B、明度 t_2 以上 max 以下のピクセル領域を C と、3つの領域に分割する。そして、ピクセル領域 A、B、C の明度に、それぞれ、 $(min + t_1)/2$ 、 $(t_1 + t_2)/2$ 、 $(t_2 + max)/2$ を与えて、陰影領域を3段階に分割して描画する。この処理は従来手法と同様であり、高速に行うことが可能である。

3.3 輪郭線の描写

オブジェクトの輪郭線を描くための従来手法では、視点から見えるポリゴンと見えないポリゴンの境界のエッジを輪郭線とし、レンダリングされた画像のどのピクセルに対して輪郭線を描写するべきであるかを計算し、求めたピクセルに対して輪郭線を重ねて描画していた。(図2)

本研究での、輪郭線の描写のための手法は、図3に示すとおりである。描画するオブジェクト A をコピーして作ったオブジェクト A' に、輪郭線として描く色を割当て、さらにポリゴンの法線を反転したあと、各ポリゴンを数パーセント程度拡大して、オブジェクト A と同じ位置に配置し、これを仮想オブジェクト A' とする。仮想オブジェクト A' は、オブジェクト A のポリゴンの法線を反転させているので、オブジェクト A' の手前の面は視点から見て裏の面となり、これらは表示されない。また、A' の奥の面は表の面となるが、これらの大部分はオブジェクト A に隠されてしまう。また、仮想オブジェクト A' は、A をわずかだけ拡大したものであるため、オブジェクト A からはみ出した部分だけが描写され、この部分が輪郭線となって現れる。

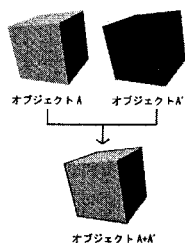


図3: 輪郭線の描写

4 実行結果と考察

図4に通常の OpenGL による表示、図5に本研究の手法によるセルシェーディング処理の表示結果を示す。

また、これらに関して、以下の条件で処理を行った場合の描写速度 (frame/s) を表1に示す。

- OS: Windows 2000
- CPU: Pentium3 1GHz
- ビデオカード: Geforce2 MX
- ポリゴン数: 1024(通常表示), 2048(セル調表示)
- 頂点数: 530(通常表示), 1060(セル調表示)
- 表示解像度: 300 × 300 pixel

表1: 表示速度

	通常表示	セル画調表示
frame/s	64.783	19.423

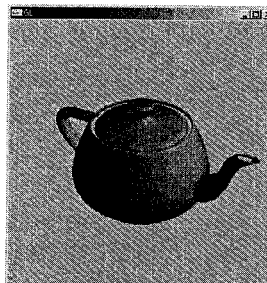


図4: 通常表示

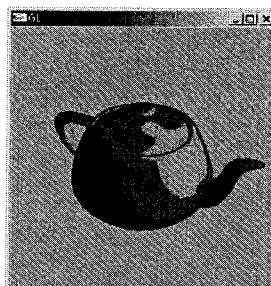


図5: セル画調表示

本研究の手法によるセルシェーディング処理では、仮想オブジェクトの追加によりポリゴン数は倍になるが、表示速度の実測結果は、19.423 frame/s と期待通りの結果を得ることができた。通常のセルアニメーションは、15 frame/s で表示されていることを考えて、ほぼリアルタイム性を確保できたと考えている。

5 おわりに

3DCG 環境でモデリングされた3次元物体を、セルアニメ調にリアルタイムにレンダリングする手法を提案し、実験を行った。実験の結果、1,000ポリゴン程度のオブジェクトに対しては、ほぼリアルタイムに処理が行えることが確認できた。

参考文献

- [1] 金子、中嶋: セルアニメタッチ画像の生成のための3次元CG画像の2次元化アルゴリズム, 映像情報メディア学会誌, Vol.49, No.10, pp.1288-1295 (1995)
- [2] 竹尾、高井: セルアニメ調画像生成のための輪郭線の折れ線近似, 電気関係学会北海道支部連合大会講演論文集, p.359 (2000)
- [3] 竹尾、高井: セルアニメ調レンダリングの高速化手法, 情報処理北海道シンポジウム2000, p.60 (2000)