

リアルタイム 3DCG のための米国漫画調レンダリングの開発

鈴木隼人[†] 渡辺大地[‡]

東京工科大学大学院メディア学研究所[†] 東京工科大学メディア学部[‡]

まえがき

近年、作画作業の簡略化や制作コストの削減、滑らかな動きのアニメーションを制作するために 3DCG を用いてセル画調のグラフィックを再現する「セルシェーディング」という技術が使用される事が多くなっている。この技術は陰影をセル画のように 2～3 階調の色の違いで表現するようにシェーディングし、輪郭や素材の境目などに黒い縁取りをして、セル画の絵のように表現する技術である。最近では、ハードウェアの進歩により、リアルタイムでセルシェーディング処理が可能になった。

又、近年「X-MEN」や「ハルク」等の映画化で、米国漫画が注目され始めている。米国漫画とセル画調の絵には、色が単純化されている点や輪郭線が描かれている点など、共通点が多く存在する。筆者らはこの点に着目し、セルシェーディングの技術を応用し、3DCG を用いてリアルタイムに斜線による陰影表現を用いた米国漫画調のグラフィックを表現する手法[1]を開発したが、陰影の斜線が 3D モデルの向きによって整合性が取れなくなる、輪郭線の太さが一定であるといった問題があったため、引き続き研究を進めた。

本論文では、以下 2. でセルシェーディングを応用して米国漫画調を再現するためにセル画調と米国漫画調の違いについて述べる。3. では、セルシェーディングを応用し米国漫画調を再現する手法と本論文での改良点を述べる。

2. セル画調と米国漫画の違い

セルシェーディング処理で重要になるのは、陰影の表現と輪郭線である。その点に注目してセル画と米国漫画を比較すると、セル画調の絵において、陰影は基本色と陰の部分の色の 2 階調で表現されていて、輪郭線は比較的細く、均一な太さとなっている。米国漫画調の絵は基本的に 1 色でベタ塗りされていて色による陰影の処理はされておらず、陰の部分は斜線やスミベタで表現されており、輪郭線はセル画調の絵に比べると太くなっており、線の太さに強弱がある[2][3]。この比較によりセルシェーディングを応用し米国漫画調の絵を再現するためには

- (1) 基本色と陰の色などを分けずに 1 色で塗りつぶす様にする

- (2) 陰影を斜線やスミベタを用いて表現するようにする。
 - (3) 輪郭線を太くし、線の太さに強弱をつける。
- という事が必要になることがわかる。

3. 米国漫画調レンダリング

米国漫画調レンダリングを実現する上で一番重要となるのは、陰影を斜線やスミベタを用いて表現するという点である。現在、NPR の研究の一環で Real-Time Hatching [4] 等、斜線による陰影を表現するための研究が行われている。これらの研究は 3DCG を用いて鉛筆画風やペン画風の画像を作り出す物である。これらの研究の中にはリアルタイムで処理できる物もあるが、複雑な処理のため、ゲームなどのように一画面あたりのポリゴン数の多い物では、今の時点では使用が難しい。Klein ら[5]は、ノンフォトリアルに加工したテクスチャをあらかじめ用意しておき、それを全ての面に貼り付けてノンフォトリアルに見せるという手法を提案している。我々は Klein らの手法[5]とセルシェーディングを応用し、米国漫画調のグラフィックを再現するという手法を取った[1]。

3.1 既存手法の問題点

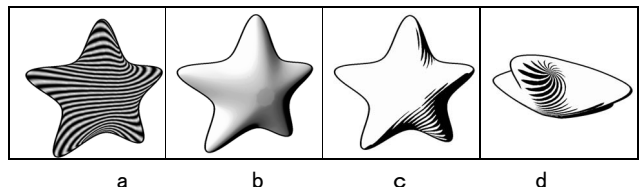


図1 既存手法

前手法[1]では、斜線による陰影表現を行うために、あらかじめモデルに図 1a のような斜線のテクスチャをモデリングソフト上で描き込んでおき、図 1b のようにセルシェーディングの要領でシェーディングした物と加算合成することにより、図 1c のように陰影を斜線とスミベタで再現することを実現した。しかし、この手法では視点とモデルの角度によっては、図 1d のように斜線の整合性が取れなくなるという欠点があった。

また輪郭線の描画には、3D モデルを頂点法線方向に引き伸ばし、面の表裏を反転させ、元の 3D モデルと重ね合わせることにより輪郭線の描画を行うという手法を採用していた。しかし、この手法では一定の太さの輪郭線しか描くことが出来ず、線の太さが一定のセル画調には適応する

American comic rendering for real-time 3DCG

[†]HAYATO SUZUKI, Graduate School of Media Science Tokyo University of Technology

[‡]TAICHI WATANABE, Faculty of Media Science Tokyo University of Technology

が、線の太さに強弱のある米国漫画調には不適用であった。

3.2 陰影の斜線処理

本論文では斜線の整合性を取るため、斜線のテクスチャをスクリーン座標に対応させて平面マッピングするといった手法を用いた。これにより、モデルがどの角度を向いても、常に整合性のある斜線を描画する事を実現した。

しかし、ただスクリーン座標にあわせてマッピングすると、モデルを動かした際に斜線だけが動かず、常に同じ位置に描画されるために不自然になる。そこで、モデルを動かす際にモデルの移動や回転に対応させてテクスチャ座標もずらすことにより、斜線にも動きが付き不自然さが無くなる。

3.3 輪郭線の描画

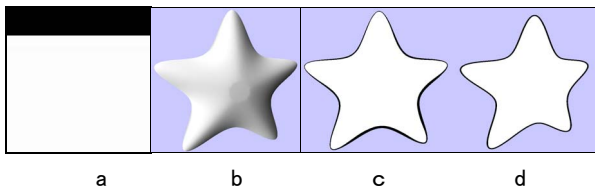


図2 輪郭線描画

太さに強弱のついた輪郭線を再現するため本論文では、視線と頂点法線の内積を取り、視点に対する法線の向きを計算し、その値に対応させた図2aのような一次元テクスチャを張ることによって輪郭線を描画するという手法を用いる採用し、輪郭線の強弱を再現することに成功した。この手法は、輪郭線の太さが一定に保てないといった理由から、現在ではあまりセルシェーディングに用いられない手法であるが、米国漫画調を再現する際、逆にこの輪郭線の太さの強弱が利点となる。図2bのモデルに、実際にこの手法を用いて輪郭線を描画したものが図2cである。図2dの前の手法で描画したものと比べると、輪郭線の太さに強弱が出来、米国漫画らしさが出ているのが分かる。

3.4 米国漫画調レンダリングの過程

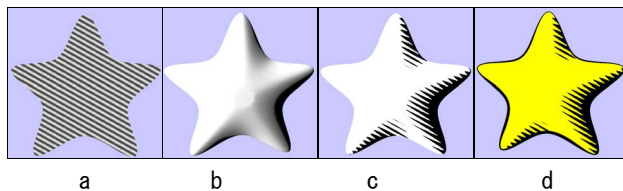


図3 米国漫画調レンダリング

図3は実際にこの手法を用いてモデルをレンダリングしていく過程である。図3aは斜線テクスチャを平面マッピングしたモデルの画像、図3bはセルシェーディングの応用で陰影部分を描写した画像である。そして図3a,bを合成し斜線とスミベタの陰を表現した物が図3c、さらにモデルの素材の色を乗算し、輪郭線を加える事により、図3d

の様な画像を得る事が出来る。これが本論文で提案する米国漫画調レンダリングの手法を用いた画像となる。

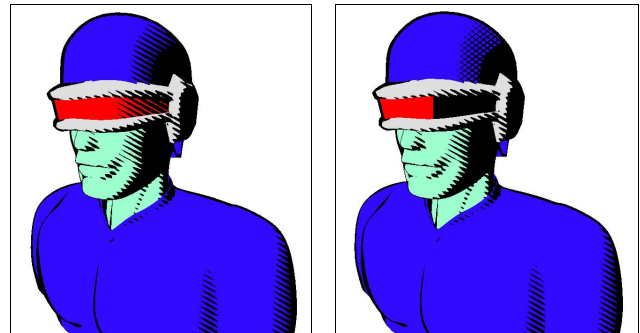


図4 輪郭線描画

本手法では斜線のテクスチャを描きかえることにより、図4aのような斜線による陰影表現のほかにも、図4bのようにヘルメット部分には網目状の斜線、サングラス部分にはスミベタのみを使うといった、様々な陰影表現をすることが出来る。

4. まとめ

本論文では、リアルタイム3DCGを用いて米国漫画調のグラフィックを再現する既存手法[1]を改良し、より実用的な米国漫画調レンダリングを開発することに成功した。そして、この手法を用いる事により、3DCGを用いて様々な陰影表現を用いた米国漫画調の画像をリアルタイムに生成出来る事が確認された。しかし、実際の米国漫画では、斜線が筋肉の流れなどに沿って描かれているが、本手法ではその点が再現できていない。今後はそのような点を改善し、より完全に米国漫画調のグラフィックを再現できるように改良していきたい。

参考文献

- [1] 鈴木隼人, 渡辺大地, “リアルタイム3DCGにおける米国漫画調レンダリングに関する研究”, FIT2003, pp. 223-224, 2003.
- [2] 草野雄, “アメリカンコミックイラストレーションテクニック”, MPC, 1989.
- [3] Christopher Hart, 森屋利夫, 松下進, “アメコミの描きかた”, グラフィック社, 1997.
- [4] Emil Praun, Hugues Hoppe, Matthew Webb, Adam Finkelstein, “Real-Time Hatching”, SIGGRAPH2001, pp. 579-584, 2001.
- [5] Allison W. Klein, Wilmot Li Michael, M. Kazhdan Wagner, T. Correa, Adam Finkelstein, Thomas A. Funkhouser, “Non-Photorealistic Virtual Environments”, SIGGRAPH2000, pp. 527-534, 2000.