

毛のリアルタイム表現に関する研究

A Study on Real-Time Fur Rendering

村上 哲也† 床井 浩平‡
Tetsuya Murakami Kohe Tokoi

1. はじめに

1. 1 研究目的

本研究ではコンピュータグラフィックスにおいて既知の手法を組み合わせることにより、高精細な毛をリアルタイムに描画する手法の開発を行っている。本稿では毛の生えたオブジェクトの描画に用いられる、シェル法の課題となっているテクスチャ作成のコストを削減しながら、影が適切な形状とならないという問題点を解決するための手法について報告する。

1. 2 背景

3DCG において毛のリアルな表現は動物などを表現する上で非常に重要な要素となっている。映画やゲーム、ファッションなど様々な場面で毛の表現に用いられており、毛のリアルタイムレンダリングはこれらの応用の中で必須の技術となっている。

リアルタイムレンダリングとは目に入ってくる光の挙動のシミュレートや物体の物理的な挙動の計算などと、実際にカメラから見える映像を描画する処理を同時に行うものである。これに対して、プリレンダリング、もしくはオフラインレンダリングは、計算と描画処理を分けており、事前に計算処理を行い、出来上がった二次元静止画像や動画像をディスプレイ等に表示するものである。

リアルタイムレンダリングはその場で計算処理を行っているため、インタラクティブに描画を変化させることが可能である。プリレンダリングの場合は事前に計算を行えるため、長時間をかけて高精細な映像を作り出すことが可能である。

本稿では毛のリアルタイムレンダリングについて説明する。リアルタイムレンダリングでは表示の品質よりも計算時間に重点が置かれる。毛の 3DCG 表現の最もシンプルな表現は毛の本数だけ線分を描くことである。しかし、動物や人間の毛の数は膨大であり、これをすべて描画しながら制限時間内に挙動の計算を終えることは難しい。そこで計算コストの軽減方法として、シェル法やフィン法など毛の生成手法[2]が考案されてきた。本研究では、それらの方法をもとにしてリアルタイムでありながら十分に高精細な描画を行うことを目指す。

1.3 関連研究

シェル法のテクスチャの作成コストの問題点を解決する方法として[1]では毛皮の実写画像を GPU に送り、その画像の輝度情報などから毛の高さを計算して自動的にシェルテクスチャを生成する手法を示した。この方法では曲率が大きい部分では違和感のある毛の表現となってしまうが、おおむねそれらしい描画を得られている。

2. 提案手法

リアルタイムでありながら十分に高精細な毛の表現を得るためのアプローチとして、既存の毛の表現手法を組み合わせる。本稿ではシェル法と線分ベースの毛の表現を組み合わせることで、より毛らしい描画を行う。

毛は基本的に短い毛が存在するため、地肌に近い部分ほど毛の密度が濃い。よって本手法では線分ベースの毛をなるべく少なくして、どうしても密度が薄くなってしまいう地肌に近い部分をシェル法による毛の表現で補う。

2. 1 シェル法

3DCG における毛の生成手法の一つにシェル法がある。生えている毛を横方向に輪切りにしたような断面図を用意し、これを紙を積み重ねるように一定間隔を開け、重ねて描いていく。輪切りにした断面図を重ねて元に戻すようなイメージになり、これが丁度図 1 のように外皮(Shell)を形成するように積層させる様に似ていることから、このアプローチのファーシェーダはシェル法と呼ばれる。

シェル法では断面図を積み重ねる性質上、ポリゴン数が多くなってしまいが、その代わりメモリに使用するテクスチャのデータが少なく済む、という利点がある。このことから、リアルタイムレンダリングの場において利用されている。

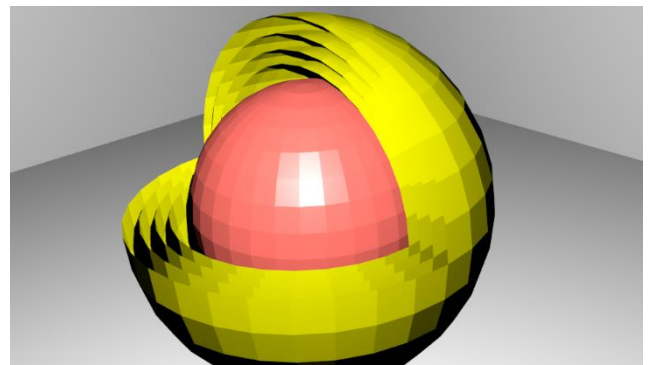


図 1 シェル法の積層のイメージ図

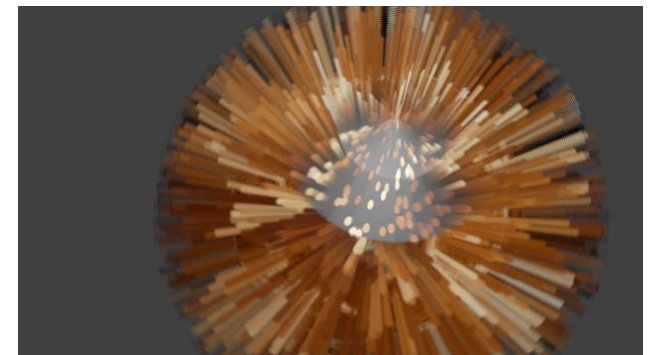


図 2 1種類のシェルテクスチャによるシェル法を使った毛の表現

†和歌山大学大学院システム工学研究科, Graduate School of Systems Engineering, Wakayama University

‡和歌山大学システム工学部, Faculty of Systems Engineering, Wakayama University

2. シェル法による影の改善

シェル法の表現では毛皮の断面図のテクスチャを使用している性質上、毛の適切な影を落とすことが出来ない。シェル法による毛の影は、もともとなったポリゴンを基準とした影となってしまうため、球にシェル法を適用してしまうと、球の影を床や壁に落としてしまう。

この問題に対して本手法では、シェル法の最も外側にある層の影と最も内側にある層の影を落とし、それらの境界部分の座標を得る。そして、外側の層の影の境界に近い点ほど影を薄くし、内側の層の影に近いほど影を濃くする。

この手法ではシェル法による毛自体の影は大雑把なもので、とてもリアルな毛の影とは言えないが、シェル法を用いるのは地肌に近い部分である。影全体では線分ベースの影同士の根元間を補完することが出来ればよい。したがって、大雑把なものでも適切な影が落ちているように見える。

2. シェル法のテクスチャの作成コストの削減

毛の断面図のテクスチャの数が極端に少なかったりすると、図 2 のように直線的な毛の表現しかできない。こういった問題を既存手法ではテクスチャの種類を増やすことで多様な表現を可能にできた。

しかし、そのテクスチャを作ることが難しいといわれている。なぜなら積層している毛皮の断面というのは直接見ることができない画像だからである。毛先はどのようになっているのか、根元の部分はどんな生え方をしているのか、など毛皮の根元から毛先までどのように生えているのかの断面図を想像して描くことは非常に難しい。

本手法では毛の根元部分にのみシェル法を用いる。詳細な毛らしさは線分ベースの毛によって行う。したがって、

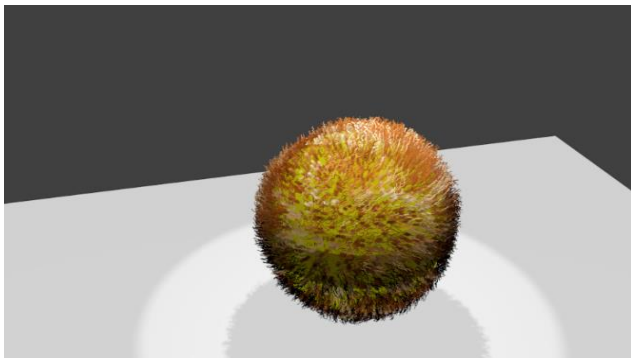


図 3 シェル法と線分ベースの毛 10,000 本を組み合わせたもの。レンダリング時間は 1.60s

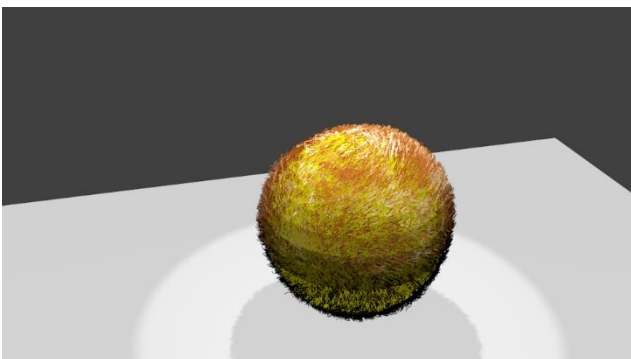


図 4 線分ベースの毛 20,000 本。レンダリング時間は 1.10s

シェル法の毛は大雑把に生えていたとしても、それらしい描画を行うことが出来る。つまり、テクスチャの種類が少なくとも、それらしい描画を行うことが出来る。

2. 短い毛の表現による厚みの表現

また、毛の長さは全て均一ではないため地肌に近づくほど短い毛が現れ、毛の密度が高くなる。これを全て同じ長さの毛で表現することは難しい。

本手法では、短い毛をシェル法によって補うことによって、線分ベースの毛の長さが等しくとも、厚みのある毛を表現することが出来る。

3. 実験と評価

提案手法の検証のために 3DCG 制作ソフトである Blender のレンダラーを用いて実験を行った。

図 3 に示すように、線分ベースの毛の数が 10,000 本でもシェル法を用いることによって、20,000 本のもと同程度の毛の表現を行うことができた。しかし、描画時間の方もそう変わらないものになってしまっている。これは毛の生成はきちんとシェル法と線分を用いて行ったが、光の計算などは Blender におけるデフォルトの設定のものをそのまま用いてしまっているためであると考えられる。

4. おわりに

本稿ではリアルタイムでありながら十分に高精細な毛の表現を得るためのアプローチを行う。既存の毛の表現手法を組み合わせる手法として、シェル法と線分ベースの毛の表現の組み合わせを試みた。また、本手法がそれらしい毛の描画が得られるか、Blender を用いて実験を行った。

今後は、提案手法を GPU 上での同じものの実装を行う。GPU を適切に使うことによって計算時間を 20,000 本の毛をレンダリングしたものよりも高速化できると考えられる。

また、本研究はリアルタイムレンダリングを想定しているためインタラクションの部分も実装しようと考えている。実際には [3] のように、シェル法によって生やされた毛を動かすためにテクスチャの位置を適切に変えられるようにする。

さらに、本稿では、毛の数が 10,000 本と 20,000 本の 2 つの場合のみの表現しか実装しなかったが、毛の数がさらになくなってきた場合にレンダリング時間がどれくらい差が出てくるのか、毛の長さによって表現に差が出てくるのか、なども検討していきたいと考えている。

同様に本研究の評価方法も、現在検討中である。

5. 参考文献

[1] 宇梶弘晃, et al. "実写画像に基づく毛皮の特徴抽出と実時間描画手法." 研究報告グラフィクスと CAD (CG) 2012.22 (2012): 1-6.

[2] Lengyel, Jerome, et al. "Real-time fur over arbitrary surfaces." Proceedings of the 2001 symposium on Interactive 3D graphics. ACM, 2001.

[3] 竹内啓悟, et al. "毛のリアルタイムアニメーションに関する研究." 2010 年度精密工学会春季大会学術講演会講演論文集, 171-172