

頭髪状物体を対象とする アンチエイリアシング処理されたリアルタイムシャドウイング

池田 泰成[†]藤代 一成[†]松岡 徹[‡]慶應義塾大学理工学部[†]株式会社デジタル・フロンティア[‡]

1 背景と目的

三次元物体は、陰影の付加により立体感を増して描画することができる。しかし、頭髪や動物の体毛に代表されるような、細長い物体の集合にリアルタイムに陰影付けを施す際には、従来のシャドウマップ技法を使用するとエイリアシングが発生する。Kimらが提案した Opacity Shadow Maps [1] や、それを改良した Yukselらの Deep Opacity Maps (DOMs) [2] では、遮蔽物の密度を透明度に置き換えて表現した値を使用して影を描画している。DOMsでは、影生成に使用する値の参照をマルチサンプリング化することでエイリアシングを軽減しているが、この手法では完全な除去は不可能である。そこで本稿では、物体の太さと透明度を調整することで、頭髪状物体が地面に落とす影のエイリアシングを除去する手法を提案する。

2 レンダリングの流れ

本稿では、細長い物体の集合の代表例のひとつである頭髪を例にとり説明する。前述のDOMsに拡張を加えた本手法におけるレンダリングの流れを図1に示す。



図 1: 提案手法におけるレンダリングの流れ

髪の毛を模した一本の線は視点へ正対した帯として描画する。この際、内部的にこの帯を二組用意する。ひとつは透明度計算用 (O_o)、もうひとつをシェーディング用 (O_s) とする。

Real-time shadowing with anti-aliasing for rendering hair-like objects

Yasunari Ikeda[†], Issei Fujishiro[†], Toru Matsuoka[‡]

Department of Information and Computer Science, Keio University[†]

Digital Frontier Inc.[‡]

2.1 入力

本稿では、細長い物体の集合を描画する。この際、入力として3次元における線の集合を用いる。これらは各々独自の幅と透明度をもつ。このとき透明度はユーザが決定するが、物体の密度を加味したもとする。物体の密度が高ければ、透明度が低いものとして入力する。

2.2 バウンディングボックスからのクリッピング距離取得

レンダリングする物体のバウンディングボックスを使用し、光源を視点とした際の最近距離と最遠距離を求める。この距離をクリッピングに用いることで、後の工程で深度値マップ、不透明度マップを精度よく作成することができる。計算過程でバウンディングボックスの外に出た部分は計算を行わない。

2.3 深度値マップ

深度値マップは、不透明度マップの作成では位置の決定、シェーディングでは不透明度マップの参照にそれぞれ使用される。

2.4 パラメータ調整

DOMsではレンダリングの段階で不透明度マップをマルチサンプリングすることでアンチエイリアシングを行った。本手法では、マルチサンプリングを行わず、光が遮蔽されずに通り抜ける穴を埋められる程度に O_o の幅を太くする。

2.5 不透明度マップ

不透明度マップは複数枚用意し、光源を視点として、視点から記録位置までの空間に存在する O_o の透明度をすべて加算した値を保存する。加算結果が1以上で完全な遮蔽とみなすため、マップの配置を均等にとると光源から遠い位置ではマップの記録値に差が生じない可能性がある。本手法では図2のように、深度値とバウンディングボックスを使用して計算した値 d の整数倍で間隔を設定する。

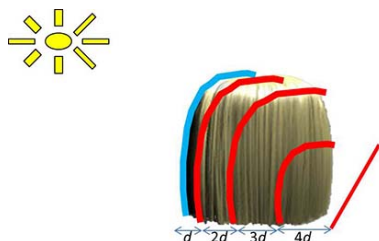


図 2: 不透明度マップの配置．青線は光源からの最近位置．赤線は値を記録する位置．

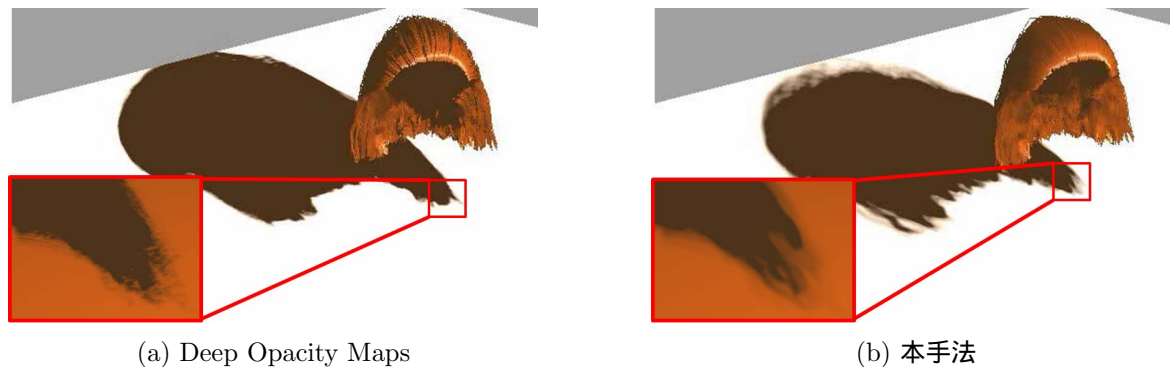
2.6 シェーディング

頂点ごとの光源からの距離を各マップの配置位置と比較して、参照する不透明度マップを選択する．このとき不透明度マップの値から光の減衰率を計算する．

3 結果

本稿に掲載する画像は、すべて PC (OS:Windows8 64bit , CPU: Intel Core-i7 3.4GHz , GPU: GeForce GTX650Ti , RAM:8GB) 上で、API として OpenGL4.0 を使用して生成した．ヘアモデルは Yuksel 氏の公開しているモデル (<http://www.cemyuksel.com/research/hairmodels/>) を、ライン表現からメッシュ表現に変換して使用した．使用したモデルにおいて、髪の本数は 10,000 本、頂点数は 220,000 点となっている．シェーディングは Kajiya-Kay モデル [3] を使用している．図 3(a) の描画に用いたパラメータは、透明度を 0.3660 , O_o , O_s の幅はともに 0.16 , 図 3(b) は、透明度を 0.0165 , O_o の幅を 1.40 , O_s の幅を 0.16 である．

図 3(a) と比較して、図 3(b) の結果は影の濃淡がより自然に表れていることが確認できる． O_o での髪の幅を広げる処理が計算量を増加させるため、処理速度は DOMs が 200fps に対して本手法が 80fps となるが、リアルタイム描画に問題のない処理速度を保っている．



(a) Deep Opacity Maps

(b) 本手法

図 3: 実行結果の比較．本手法では影の濃淡がより自然に表現されている．

4 結論と今後の課題

本稿では、物体が地面に落とす影に発生するエイリアシングを除去する新たな手法を提案した．本手法により、リアルタイム処理を保ちつつ、ぼかしを使用しないアンチエイリアシングが可能となった．

しかし問題点として、複数光源・複数オブジェクトへ対応するには、多量のテクスチャが必要であり、処理時間も増加してしまうことが挙げられる．また、透明度・幅などのパラメータはユーザが密集度を考慮して適切な値を入力する必要がある．この点を改善するため、物体の密集度から各パラメータを自動計算する拡張を行う予定である．

謝辞

本研究に取り組むにあたり、ひじょうに多くのアドバイスをいただいた株式会社デジタル・フロンティアの福田 啓氏、高山 耕平氏及び開発室の皆様に深く感謝します．

参考文献

- [1] Kim, T. and Neumann, U.: “Opacity Shadow Maps,” *Proceedings of the 12th EUROGRAPHICS Workshop on Rendering Techniques*, pp.177-182, 2001.
- [2] Yuksel, C. and Keyser, J.: “Deep Opacity Maps,” *Proceedings of EUROGRAPHICS 2008*, vol. 27, no. 2, pp. 675-680, 2008.
- [3] Kajiya, J. T. and Kay, T. L.: “Rendering fur with three-dimensional textures,” *SIGGRAPH '89 Proceedings of the 16th Annual Conference on Computer Graphics and Interactive Techniques*, pp. 271-280, 1989.