

物理シミュレーションを組み込んだイラスト調の ヘアカット教習用画像生成手法

近藤 基樹[†] 三谷 純[‡] 福井 幸男[‡] 金森 由博[‡]

[†]筑波大学情報学群情報メディア創成学類 [‡]筑波大学大学院システム情報工学研究科

1. 概要

髪の毛を切るヘアカットの技術は散髪という形で多くの人に関わりがあり、あらゆる時代に必要なとされる技術である。そのため美容師・理容師などのプロフェッショナルや、或いは家庭内で自分や家族の髪を切る場合でも、正しい手順で正しい技術を習得することが望ましい。正しい技術習得には熟練者の指導のほか、ヘアカット技術の解説本が用いられる。この解説本ではイラスト調の画像が使用されることが多く、写真を用いるよりも髪の流れを読者が理解しやすいなどの利点がある。

本研究では、ヘアカットの技法を教示するためのイラスト調の画像を生成するシステムを提案する。システム内部には、頭部および頭髪の3Dモデルを保持し、物理シミュレーションによって髪の挙動を再現する。その結果として得られた形状データを元に、イラスト調の画像を生成する。物理シミュレーションを用いることで、対象とする頭部モデルの髪に対して、くしで持ち上げる、カットする、Wax で形を整えるなどの対話的な操作を行うことが出来る。

2. 関連研究

ヘアモデルを生成する研究として、Chen らの研究[1]などが挙げられる。Chen らは髪束をクラスタ化することで処理を減少させ、効率的に髪型を生成できる手法を提案した。

3Dモデルを線画で表示する研究としては、Judd らの研究[2]などが挙げられる。Judd らは3Dモデルの凹凸を抽出し、特徴的なパーツを描画する線画を生成する手法を示した。

また本研究を行うに当たって、既存研究として林本らによって開発されたヘアカットシミュレータ[3](以下 HCS)のプログラム(図 1)を使用する。この HCS は、自身の髪をカットするセルフカット技術を習得することを支援する目的で作成されたものである。髪の毛が無い人間の3

A method for generating an illustration for haircut instruction combined with physician simulation.

Motoki KONDO[†], Jun MITANI[‡], Yukio FUKUI[‡], Yoshihiro KANAMORI[‡]

[†]College of Media Arts, Science and Technology, School of Informations, University of Tsukuba

[‡]Department of Computer Science, University of Tsukuba

D頭部モデルに疑似的に髪の毛を生成し、それを編集することで対話的操作によって髪型を生成することが出来る。生成した髪の毛には全てに物理シミュレーションに使用する各種データが設定されており、髪の毛同士の相互作用、髪と頭部の接触、重力などの影響を計算して位置情報を逐次更新していく。

HCS における髪の毛の編集操作は主に三種類である。

- ① 髪を切ることで長さを変更する Cut 操作
 - ② 髪の毛の一部を持ち上げることで埋もれている髪の毛を見易くしたり他の編集操作の補助を行ったりする Grab 操作
 - ③ 髪の毛の先端部の位置を移動・固定することで全体の印象を調整する Wax 操作
- これらの操作を使い分けることで、様々な髪型を3Dモデルで再現することが出来る。

本研究ではこの HCS の機能を残したままイラスト調の画像を生成することが出来る手法を提案する。



図1:ヘアカットシミュレータ

3. 提案手法

提案手法は上記の HCS をベースとして開発を進めていく。まず頭部を線画で表示できるようにする。HCS の頭部は全て三角形ポリゴンで表現されており、それを利用して線画の抽出を行う。最初に、各三角形ポリゴンの法線方向を取得する。次に、同じエッジ(三角形ポリゴンの各辺)を共有するポリゴンをエッジ単位で取得する。そこから各エッジに対し、カメラの視点方向とそのエッジを共有する2つのポリゴンの各法線との内積を取得する。2つの内積がそれぞれ正

と負の値であった場合、そのエッジを描画する。以上の手順でカメラの位置に対応した頭部モデルの輪郭線を取得することが出来る。これだけでは目や鼻、耳といった、顔の特徴を示すパーツを線画表示できないため、更に処理を追加する。まず、同じエッジを共有するポリゴンをエッジ単位で取得する。その後各エッジに対し、そのエッジを共有する2つのポリゴンの法線による内積を取得する。内積が正または負に一定の閾値を超えた場合、それを描画する。この一連の操作によって、髪の毛を除いた頭部モデルの線画を抽出することが出来る(図2)。

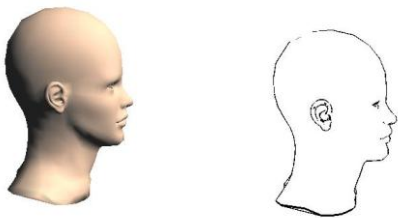


図2:入力モデル(左)と線画抽出結果(右)

続いて髪の毛の抽出を行う。教習本のイラストでは髪の毛は数本～十数本程度しか描画されておらず、元のHCSの本数を維持すると本数が多過ぎるため、一部を抽出することでイラストに近付ける。抽出の基準として、頭部モデルから見た角度及びレイヤーを使用する。ここで用いるレイヤーはHCSにおいて定義されているもので、髪の毛が頭部における高さ毎に層分けされているというものである。まず、頭部モデルに対し一定角度毎に領域分割を行う。分割後に、更にレイヤー毎に領域分割を行う。分割された領域ごとに一定本数の髪を選出し、それらを描画する。これによって、髪の毛の本数が減少し、更に領域分割によって髪の毛の密度が一定であることが保証され、イラスト調に近付けることが出来る(図3)。

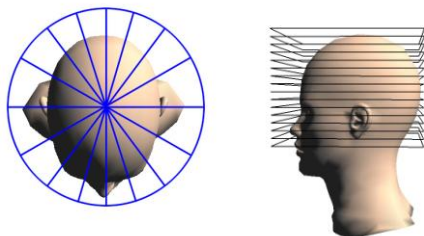


図3:角度による分割(左)とレイヤー分割(右)

ここで、髪の毛を抽出したことによる影響で耳や後頭部のライン等の本来は髪の毛によって隠れる部位が見えるようになってしまう。実際のイラストと比較してもこれらの部位が見える

ことは望ましくないため、隠れるように改善を行う。これは抽出時に除外された髪の毛を全て白色で描画することで達成される。

4. 結果と考察

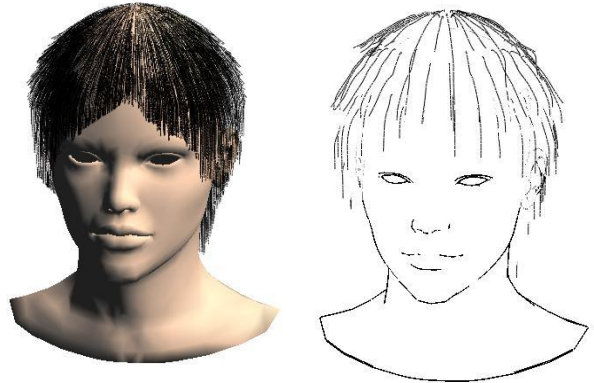


図4:入力モデル(左)と最終結果(右)

提案手法で作成した線画の例を図4に示す。黒色で描画した残りの髪の毛を白色で描画した際、黒色で描画される髪の毛の一部が白色で上書きされてしまう現象が発生したため、黒色の描画が優先されるように改良を行った。HCSの機能は線画の状態でも使用可能であるため、対話的操作によって髪型のイラストを編集することが出来る。今後追加すべき機能として、ハサミや手などのヘアカット画像に使われる新しい要素の描画、現在と異なる形状の頭部モデルへの対応、眉毛等の新たな特徴的パーツの表現などがあり、これらが改善目標として考えられる。

5. まとめ

本研究では、ヘアカットの技法を教示するための物理シミュレーションを組み込んだイラスト調の画像を生成するシステムの提案を行った。今後は4章で示した提案手法の各種改善や、インタフェースの改善、また実際のイラストの研究結果から髪の毛の描画タッチの変更などを行う。

参考文献

- [1] L.H. Chen, S. Saeyor, H. Dohi, and M. Ishizuka. A system of 3D hair style synthesis based on the wisp model. The Visual Computer, Vol. 15, No. 4, pp. 159.170, 1999.
- [2] Tilke Judd, Fredo Durand and Edward H. Adelson. Apparent ridges for line drawing. ACM Trans. Graph, Vol. 16, No. 3, pp. 19, 2007.
- [3] 林本 法也, 三谷 純, 五十嵐 健夫, ヘアカットの教習を支援するための対話的なヘアシミュレータの開発, VC/GCAD 同シンポジウム 2010, ポスター発表