

インタラクティブなヘアスタイリングシステムの開発

システム情報工学研究科 1 年 200820683 林本法也

指導教員 福井幸男

2008 年 12 月 18 日

1 はじめに

髪とは、各個人の個性を表現するためには必要不可欠な存在である。また、髪が動く動作によって感情を表現したり、体全体の動きを推測することもできる。現状では、個人が好みの髪型に変えるには、雑誌などに記載されている写真などを参考にするか、あるいは個人が口頭で、美容師に髪型の全体像を伝達するのが一般的である。

しかし、雑誌の写真を参考にする場合は写真の顔が自分の顔ではないので、選んだ髪型が自分に本当に合っているかどうかの判断が難しい。また、雑誌の写真は 2 次元であり、任意の角度から撮影された写真のみしか掲載されておらず、全体像を把握するには情報量が乏しい。美容師に口頭で伝える場合は、自分の説明能力や、美容師の読解力や想像力に依存してしまい自分が望んでいた髪型とズレが生じてしまう可能性も十分あると考えられる。

上述した問題を解決するには、自分の顔、もしくは頭部を 3 次元空間上に構築し、任意の髪型を生成することのできるシステム（以下、ヘアスタイリングシステムとする）の開発が必要になってくる。

そこで、本稿では 3 次元空間上における新たなヘアスタイリングシステムを提案する。提案システムにおける最終的な目標は以下の 3 つである。

1. インタラクティブな操作により、容易に髪型を編集できる機能
2. 個人の顔を 3 次元空間上に再構築し、任意の髪型との合成
3. 顔の形状を測定し、その顔型に最適な髪型を提案するレコメンド機能

本研究では、上記の 3 つの内、1. のインタラクティブな操作による髪型の編集を可能にする機能を提案、開発する。

2 関連研究・技術

本節では、既存のヘアスタイリングシステムにおける関連研究や、サービス、製品について述べる。

3 次元空間上におけるヘアスタイリングに関する研究としては、Tae-Yong と Ulrich Neumann による Multiresolution Hair Modeling(MHM) システム [1] や、井形らによるヘアスタイルシミュレーションシステム「ViVienne(ヴィヴィアン)」[2] などが挙げられる。これらの研究は、ともに 3 次元空間上の頭部モデルにおいて、その頭部上にて髪モデルを構築して髪型を生成するシステムを開発している。

MHM の特徴としては、髪モデルを階層状に構築して髪型を生成している。また、ある髪の形状やパラメータを別の場所へとコピー＆ペースト機能を有している。

ViVienne の特徴としては、複数の顔写真から 3 次元形状へと復元した頭部モデルを使用して、より現実感のあるヘアスタイリングを可能としている。

また、髪型を生成するサービスや製品もいくつか存在する。「ヘアスタ」[3] は、携帯電話向けの Web サービスであり、用意された髪型の中から望む髪型を選びそれを自分の顔写真と合成し、携帯電話で合成後の写真を閲覧し、比較することのできるシミュレーションサービスである。

製品としては、オートデスク株式会社が販売している 3DCG ソフトウェア「Maya(R) Unlimited」[4] の機能の一部である「Maya Hair」にて髪の生成から、髪と物体の衝突判定などの物理シミュレーションのような高度な機能まで提供している。

3 髪モデリング

近年のコンピュータグラフィックスの技術進歩によって、非常に高品質な髪モデルを生成することが可能になってきている。

しかし、まだ人間の髪を完全に再現するための高品質な髪モデルの生成には、複雑な計算処理がかかり、現状では解決できない問題がある。また複雑で大

量の計算処理を実行するために高性能なハードウェアが必要になるなど物理的なコストもかかる、などといった問題も挙げられる。

このような問題として、主に2つの原因が挙げられる。1つ目の原因は人体が持つ髪の毛の総量が膨大な点である。人間が持つ髪は、人種差や個人差によってかなりの差があるが、少なくとも10万本以上は所持している。このため、髪の毛の挙動を一本一本シミュレーションすると膨大な計算量と時間がかかってしまう。2つ目の原因は、髪の毛はその半径が非常に小さく、また、直毛や癖毛などといった性質などの個人差が大きい点である。このような性質を髪モデルに付加するには新たなパラメータが必要になってくる。

髪の毛のモデリングは、その目的から主に3つのカテゴリに分類することができる。[5]「ヘアスタイリング」と「ヘアシミュレーション」そして、「ヘアレンダリング」である。以下に各モデリングの概要を述べる。

ヘアスタイリング

前述したように、ヘアスタイリングとは、3次元空間上に頭部モデルを構築しその頭部上に髪モデルを付加して、任意の髪型を生成することである。髪型の構築には、パラメトリック曲線や曲面などを用いた幾何学ベースによる手法から、現実の写真からヘアスタイルを自動生成する手法まで様々な手法が存在する。

ヘアシミュレーション

ヘアシミュレーションとは、髪の毛が重力や風、摩擦などのパラメータを付加して、逐次計算しその挙動を現実世界の動きと同等になるようにシミュレーションすることである。髪の毛の挙動を計算するには、髪と髪、さらに髪と他の部位や物体との衝突判定による相互影響を考慮しなければならない。具体例として、Andre Selleらによるパネマスモデルを用いたヘアシミュレーション [6] の結果を図1に示す。

ヘアレンダリング

レンダリングとは、3次元空間上にある物体を2次元であるスクリーン座標へと変換することである。レンダリングを行う際には、色、陰影、透明度、光による散乱効果やアンチエイリアシングなどといった処理を考慮しなければならない。また、髪は一本一本が独立しているため、写実的なレンダリング結果を得るには、レンダリングの分散効果といった処理も考慮する必要がある。具体例として Arno Zinke

らによる髪における光の散乱の最適化 [7] の結果を図2に示す。



図1: パネマスモデルによるヘアシミュレーション



図2: 髪における光の散乱効果

4 提案システム

本節では、本研究で使用する髪モデルの構成と、提案システムの機能の概要について述べる。

4.1 Hair Cluster

本研究では、髪モデルを構築する際に Hair Cluster という構造モデルを導入した。これは、複数の髪の毛をクラスターとしてグループ化しクラスターの形状を変化することによって、クラスター内の髪の毛の対応して形状が変化する、といったモデル化手法である。Hair Cluster の構成を図3に示す。また、Hair Cluster の構成式は式 (1) で表わされることができる。

$$HC(t) = SC(t) + CF(R, t) + \sum HS(r, \theta) \quad (1)$$

但し、 \sum は $HC(t)$ 内に存在する全ての $HS(r, \theta)$ を表す。

以下に、Hair Cluster を構成する各要素について説明する。

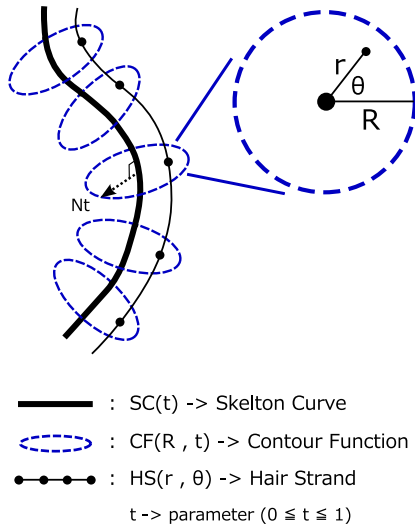


図 3: Hair Cluster の構成図

Skelton Curve(SC) は Hair Cluster の中心に位置する形状を決定する曲線である。SC を変形させることで Hair Cluster 全体の形状が変形する。本研究では SC は制御点数が 5 個の 3 次 B スプライン曲線で表現している。

Contour Function(CF) は、Hair Cluster の輪郭を定義している。CF は、SC の任意パラメータ t 上における法線ベクトル N_t に平行な平面上に構成される。また、全ての髪の毛はこの CF の内側の領域に構築される。

Hair Strand(HS) は、一本の髪の毛を表現する。HS の要素は、任意パラメータ t における CF 内部での極座標値である。HS は CF 上に存在する点群からなるポリライン（折れ線）として定義される。

4.2 システムの概要

本研究では、インタラクティブな操作による髪型の編集を目的としているので、その目的に沿った機能を実装する必要がある。以下が現段階で実装を予定している機能である。

- ヘアスタイリング機能
HC を複数生成することで、ユーザによる髪型の生成を行う。また任意の HC を選択することで、マウスドラッグによる HC の形状変形を可能にする。
- カット機能
ユーザが作成した髪型の一部の髪の毛をカットする機能である。髪の毛のカットには、様々な手法が存在するので適宜、手法の変更を可能にする。

また、手法の選択のみでなくユーザビリティを考慮したユーザインタフェースも実装する。

- カラーリング
現実における髪の毛の染色をこの機能で再現する。全体の髪の毛の染色だけでなく部分的な髪の毛の染色なども行う。
- カーリング
髪の毛の癖を定義するパラメータを設定し、直毛のみでなく様々な度合いの髪の毛を表現する。

以下に提案システムの構成を図 4 に示す。

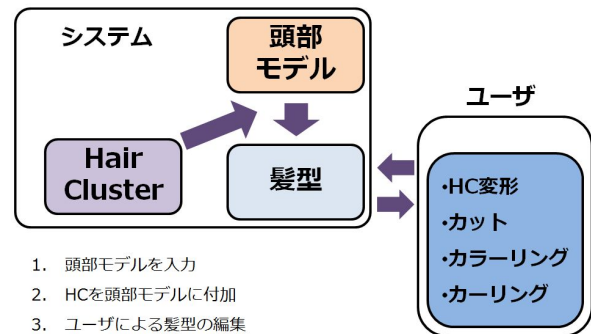


図 4: 提案システムの構成図

提案システムにおける髪型生成までの流れを以下に示す。

1. 頭部モデルを入力
髪型を生成するための頭部モデルを入力する。入力データとしては、OBJ ファイルフォーマットによるサンプルデータを頭部モデルとする。
2. Hair Cluster を頭部モデルに付加
頭部モデル上に Hair Cluster を適宜、追加して髪型を生成する。頭部への適切なマッピング処理が重要になってくる。
3. ユーザによる髪型の編集
そして、生成された髪型にユーザが更なる編集を行う。具体的には、任意の Hair Cluster の形状を変形したり、カット機能やカラーリングなどを適宜行うことで、最終的な髪型が完成する。

5 実装

本節では、現段階での実装状況を述べる。

5.1 実装

本研究における実行環境を表 1 に示す。

OS	Windows Vista Business Service Pack1
CPU	Intel(R) Core2 DUO E6750 2.66GHz
メモリ	2.00GHz
グラフィック	NVIDIA GeForce 8600 GT 1022MB
開発	Visual Studio C# 2008 Express Edition

表 1: 実装環境

また、C#言語においてグラフィックライブラリ OpenGLを使用するためのプラットフォームとして、本研究では「hisui」を導入した。「hisui」は株式会社カタッチが無償で提供しており、obj ファイル形式や stl ファイル形式といったファイルフォーマットにも対応している。

5.2 実装状況

現時点での実装は、3次元空間上の平面に Hair Cluster を生成した。その時の結果を図5に示す。

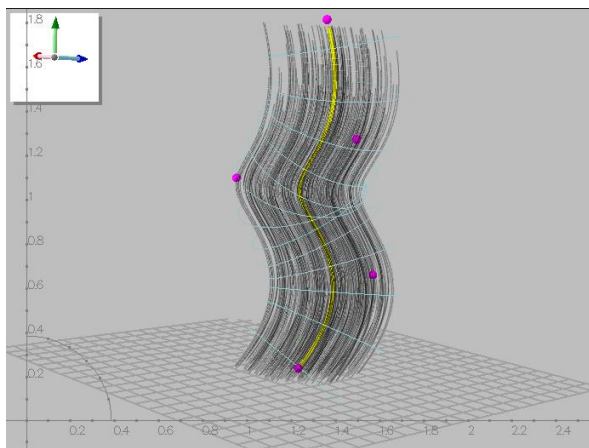


図 5: Hair Cluster 生成時の出力結果

図5の Hair Cluster は Hair Strand を 500 本描画している。また、Hair Cluster の中心に位置している Skelton Curve の制御点は、その Hair Cluster を選択した状態で、左マウスドラッグによって移動することができる。ただし、移動できる範囲は、3次元ではなく、スクリーンの投影面に平行な2次元平面のみとなっている。

6 まとめと今後の課題

本稿では、髪型を生成するシステムとして、インタラクティブな操作の可能なヘアスタイリングシステムの実現に向けて目標を明確化し、その目標を達成させるための新たな機能を提案した。

開発面においては、3次元空間上の平面において Hair Cluster モデルを生成し、任意の形状に自由に変形できるように実装を行った。

今後の課題としては、まずは実装を順次進めていくことが挙げられる。具体的な実装手順としては、以下のような順番で実装を行っていく予定である。

1. Hair Cluster を 3次元空間上から頭部モデルにマッピング
2. 編集機能を実現するためのアルゴリズムの考案・実装
3. 編集機能のインターフェースの実装

また、提案システムの評価を行う手法も考案しなければならない。システムのユーザビリティを評価するのか、それとも計算時間や描画時間、メモリ使用効率や精度などの性能を評価するのか、といった評価する対象とその手法を今後、考案する必要がある。

参考文献

- [1] TY Kim and U Neumann. Interactive multiresolution hair modeling and editing. *International Conference on Computer Graphics and Interactive Techniques Proceedings of the 29th annual conference on Computer graphics and interactive techniques*, Vol. 21, pp. 620–629, 2002.
- [2] 井形進宏, 久地井敦. 美しい私をプロデュースし、美容院を産業革命させるヘアスタイルシミュレーション『vivienne (ヴィヴィアン)』の開発. 2007年度第1期末踏ソフトウェア創造事業, 2007.
- [3] ヘアスタ. <http://wwwso-netnejp/hairst/>.
- [4] Unlimited Maya. オートデスク株式会社. <http://wwwaliascojp/products-services/maya/>.
- [5] S Hadap and N Magnenat-Thalmann. Modeling dynamic hair as a continuum. 20:329-338Blackwell Synergy, Vol. 20, pp. 329–338Blackwell Sy, 2001.
- [6] Andrew Selle, Michael Lentine, and Ronald Fedkiw. A mass spring model for hair simulation. *ACM Trans. Graph.*, Vol. 27, No. 3, pp. 1–11, 2008.
- [7] Arno Zinke, Cem Yuksel, Andreas Weber, and John Keyser. Dual scattering approximation for fast multiple scattering in hair. *ACM Transactions on Graphics (Proceedings of SIGGRAPH 2008)*, Vol. 27, No. 3, pp. 1–10, 2008.