

スケッチベースヘアモデリングのための視点推薦

理学専攻 情報科学コース 石井萌子

1 概要

本論文では、3次元コンピュータグラフィックス(3DCG)を用いたモデリングの専門家でないユーザが手軽に3DCGを用いて髪型を表現するための支援を目的とし、スケッチベースヘアモデリングの効率化と簡易化の一手法として、視点推薦を提案する。3DCGを利用して人型キャラクタの細かいヘアモデリングを一から行うことは、3DCGに習熟していない一般的なユーザには難しい。汎用CGソフトウェアに搭載されているスケッチベースヘアモデリングの欠点として、スケッチの入力視点から見た形状は必ずしもユーザの思い描く通りに3D化されないことがあげられる。ユーザはスケッチの入力後、入力視点とは別の視点に移動し形状を修正するという動作を繰り返し行う必要が生じる。

本手法では、まず顔形状を表示し、ユーザに髪1本の形状をスケッチ入力させる。続いてそのスケッチ曲線を3D化し、さまざまな視点からみた曲線形状を評価し、評価結果にしたがって視点を適切な位置に自動設定する。スケッチの形状評価では、形状が折れて見えるなどの我々の主観で定めた基準を用い、髪型が不自然に見える視点をユーザに推薦することを目指す。以上の処理を反復することで、ユーザは3D化されたスケッチ曲線を適切かつさまざまな角度から確認できるようになり、視点を手動で移動させなければならないという煩雑な作業を省き、直感的なヘアモデリングタスクに集中することができると考える。

2 関連研究

スケッチユーザインターフェイスを含めたヘアモデリング手法の例として、Yuら[1]は画像ベースとCADのハイブリッド手法を提案した。異なる視点からの髪型の画像を2,3枚入力し、ユーザが様々な視点から軽いスケッチを入力できるインタフェースを用意した。このインタフェースでは前面、背面、側面、3D透視図の決められた4つのビューをユーザに与える。スケッチベースヘアモデリングのために適切な視点を推薦するというアプローチを取っている論文は見られない。

3DCGにおいて優れた視点の選択は、ディスプレイを通して2Dで確認する以上重要な問題である。良い視点がどんな視点であるかというコンセンサスは得られておらず、最良の視点は目標に応じて、オブジェクトが最も多くの部分を見ることができるものや、オブジェクトの最も顕著な領域を示すものであったりする[2]。本論文では髪型を対象とし、その形状を確認・修正を行うための視点を求める必要があるため、髪型が不自然に見える要因という独自の基準を採用した視点推薦を行う。

3 提案手法

本手法を利用した髪生成の流れを図1に示す。我々はHoudini[3]を用いて本手法を実装する。Houdiniにはスケッチによるヘアモデリングツールが搭載されて

おり、それを補助する形で本手法による視点推薦が行われる。

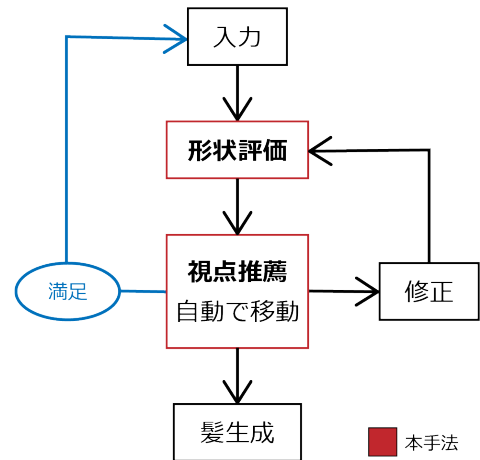


図1: 髪生成フロー

3.1 スケッチ評価のための視点設定

推薦する視点の候補点として、顔モデルを外包する十分な大きさの球を設定し、それをポリゴンで近似する。このポリゴンの各頂点を視点の候補位置とする。ただし髪型を真上や真下から見る機会は少ないことから、顔形状の上下方向をY軸として顔の中心を原点としたときに、点の位置のyの値が半径*Rangeパラメータの範囲内のポリゴン頂点のみを視点の候補位置とする。HoudiniのFrequencyパラメータ(球を構成するポリゴンの分割レベル)を任意に調整することで、視点の候補を増減できる。

3.2 形状評価

本手法では、前節で示した各候補位置を視点とし、視点と原点を結ぶ線分に平行に視線方向を設定した状態で、3D化されたスケッチ形状を投影し、その結果を評価する。なおスケッチ形状は折れ線で近似されているものとする。本手法では髪型が不自然に見える要因となるルールを我々の主観でいくつか定義し、そのルールに沿ってスケッチ形状を評価する。ルールの例として以下をあげる。

1. 形状が折れて見える。
2. 形状が必要以上に顔形状から離れている。

1の評価方法は、スケッチ形状を近似する隣接頂点を結ぶ2本のベクトルの内積の最小値を算出し、この値が極端に小さい場合には折れて見える部位があるとして、その視点を重要な視点とする。

Houdiniのツールによって計算、生成されたスケッチ形状を近似した折れ線は、ユーザが確認したいであろう形状の概形の折れ具合を評価するには細かすぎるため、Douglas Peuckerアルゴリズムによる間引きを行う。任意の閾値 ϵ で間引きされた折れ線を対象に、形状の折れを評価する。

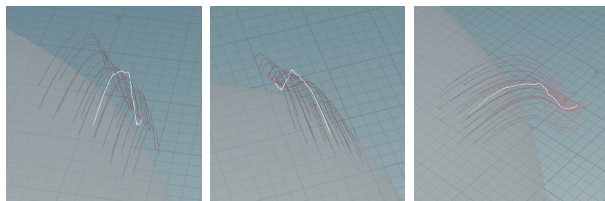
なお、顔モデルによって遮蔽される範囲は評価に含まない。

4 実行例

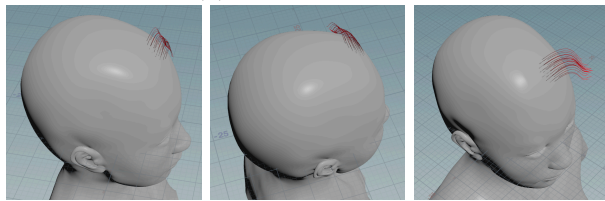
本章では 3.2 節で挙げた形状の折れを評価した推薦結果を紹介する。評価を行ったスケッチは顔モデルの正面から 1 ストローク入力した短めのもの (図 2) で、3.1 節の Frequency パラメータを 2, Range パラメータを 0.9 とし、視点候補点は 36 である。間引きの閾値 ϵ を 0.15 とし、元の 35 ポイントから最小で 2 ポイント、最大で 8 ポイントに間引きされた。



図 2: 入力されたスケッチと入力視点



(a) 評価対象のスケッチ



(b) ヘアガイド

図 3: 推薦結果. 左から 1 位, 2 位, 3 位

推薦順位 1 位, 2 位, 3 位の内積の値はそれぞれ 0.0427529, 0.0635203, 0.461429 であった。図 3a から、スケッチ A の概形の折れが正しく評価されていることが確認できる。図 3b の推薦順位 1 位 2 位からは、ガイドの先の方が他のガイドと重なってしまい、ほとんどガイドが見えない様子が確認できる。一方、ガイド同士の遮蔽が少ない推薦順位 3 位の視点は、スケッチの概形の折れが確認でき、スケッチの入力後に推薦される視点としてふさわしいと言える。

5 ユーザ評価

4 章の結果についてユーザ評価を行った。アンケート項目は以下の通りである。

1. 形状を確認・修正するのに最も好ましい視点。(3 択)
2. その回答を選んだ理由。(フリーコメント)

C を選択した 29 人 (図 4 参照) のうち、17 人が形状全体が確認できると回答し、4 人が顔モデルとの位置関係が確認できる、3 人が凹凸や立体感が確認できると回答した。

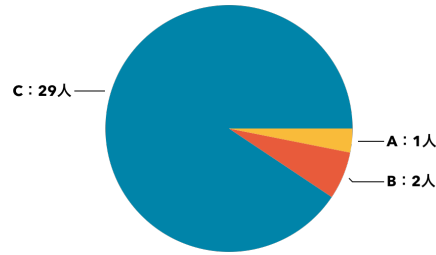


図 4: 質問 1 の結果. A~C はそれぞれ推薦順位 1 位, 2 位, 3 位

質問 2 から、形状全体が確認できるというのは重要なポイントであることがわかった。また、形状の概形の折れが評価されている上で形状全体が確認できる視点 (推薦順位 3 位) では、凹凸や立体感、形状の折れが確認できると評価されていることから、形状の概形の折れの評価は視点推薦において有効であったと言える。

形状全体が確認できるという理由の次に多く見られた顔モデルとの位置関係とは、顔モデルに沿っているか、あるいは顔モデルから離れているかどうかや顔モデルから浮いているかといった様子を指す。これは 3.2 節の髪が不自然に見える要因であげた、髪が必要以上に顔モデルから離れているという要因と類似することから、この要因は視点を推薦する上で考慮すべきポイントであることが確認できた。

6 まとめと今後の課題

本論文では、入力したスケッチの形状を評価し視点を推薦することで効率的なスケッチベースヘアモデリングを実現する一手法を提案し、形状の折れを評価した視点の推薦結果とユーザ評価の結果を紹介した。

今後の課題として、3.2 節で述べた「形状が不自然に見える要因」を網羅的に定義する必要がある。また、Houdini では View エリアを 4 分割まですることができ、最大 4 点の視点を同時に選んで描画することが可能である。そこで最大 4 点の視点をどのように選ぶかを検討したい。最後に、髪型全体のモデリングには複数のスケッチが必要になるため、複数スケッチがある場合の形状評価項目や視点推薦の方法の検討も挙げられる。

参考文献

- [1] Xuan Yu, Zhan Yu, Xiaogang Chen, and Jingyi Yu. A hybrid image-cad based system for modeling realistic hairstyles. In *Proceedings of the 18th meeting of the ACM SIGGRAPH Symposium on Interactive 3D Graphics and Games*, pp. 63–70. ACM, 2014.
- [2] Xavier Bonaventura, Miquel Feixas, Mateu Sbert, Lewis Chuang, and Christian Wallraven. A survey of viewpoint selection methods for polygonal models. *Entropy*, Vol. 20, No. 5, 2018.
- [3] Houdini. <https://www.sidefx.com/>.