

## 3D CG人物ヘアスタイルの生成

5AD-8

陳 履恒

土肥 浩

石塚 満

東京大学工学部電子情報工学科

## 1. ヘアスタイル生成手法のポイント：

我々は、より自然な3D CG人物像生成の一つのボトルネックである、“CGヘアスタイル”について研究している、本論文では3D CGヘアスタイル生成システムについて述べる。

髪（または眉、鬚など）は人間の性格、身分、状態と感情などの情報を表す重要な要素の一つである。CG人物においては、とても重要且つ必要な部分である。しかし、髪のイメージの生成は、極めて膨大な数である髪の本数のため、莫大な計算量が必要になり、また、髪の空間的配置（、つまりヘアスタイル）の種類やバリエーションは大変複雑で、すべてのヘアスタイルを表現することはとても難しい。

髪のような複雑な対象物を表現でき、且つ、ヒューマン・インタフェースとしての3D人物に適用するためには、我々は理想的な髪の表現手法は以下の点を満たさなければならないと考えた：

1. 安いコスト：短時間で、髪のCGを生成できる。
2. 高い表現力：一つの髪のモデルで、様々なヘアスタイルを表現出来る。
3. 髪のリアリティに忠実：髪の色々な性質を考慮しなければならない。
4. 実用化の可能性：ヘアスタイルの3Dデータを簡単に作成できる。

## Synthesis of Hair Styles

Lieu-Hen Chen, Hiroshi Dohi, Mitsuru Ishizuka  
University of Tokyo, School of Engineering, 7-3-1, Hongo, Bunkyo-ku, Tokyo 113, Japan

## 2. Trigonal Prism Wisp Model

## &amp; Hair Distribution 2D Map :

我々は、上記の4つの要素：安いコスト、高い表現力、髪の性質に忠実、高い実用性等の要求を満たすため、髪の表現手法を研究しており、新しい3D CGキャラクターヘアスタイルの生成システムを開発した。

まず、手法の原点である髪のモデリング方法、“Trigonal Prism Wisp Model”について説明する。

Trigonal Prism Wispは、図1のように、髪の一房(Wisp)を三角柱(Trigonal Prism)の連続で表現するモデルである。

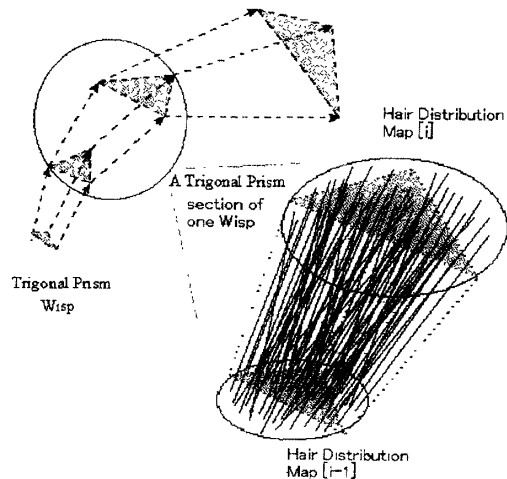


図1 Trigonal Prism Wisp Model & Hair Distribution 2D Map

一束の Trigonal Prism Wisp をインプリメントするため、実際には三本の3D B-Spline 曲線が用いられる。この三本の制御ラインに

よって、Wisp の位置や、orientation などの情報を求めることができる。

次に、Hair Distribution Map という 2D の配列を用いて、一束の Wisp に所属する髪の毛の空間中の配置と分布を決める。

CG の髪の毛の生成手法にとって、“Wisp Model” はよく用いられるモデルである。我々の場合、Wisp は一房の髪であり、ヘアスタイルを構成する一番基本的なユニットでもある。Wisp は Trigonal Prism という三角柱の立体構造を繋いで作られ、Trigonal Prism は Wisp が占有する空間領域を定義し、制御する。しかし、Trigonal Prism、つまり上記の三本の制御ラインは Wisp の“断面の形”にはなんの影響も与えない。Wisp の“断面の形”、すなわち、Wisp 内の髪の毛の分布は、Wisp のパラメータの一つである、Hair Distribution Map によって決められる。

### 3. 照明、影、特殊オブジェクトなどの処理

2D 投影平面上において二枚のマップ上の点を繋ぐ時、まず三本の制御ラインの 3D 情報に対して照明モデルを適用し、制御ラインの正確な色を決める。Map 上のほかの点は補間によって、近似的な値を使用する。

また、髪の毛の色と光沢を正確的に表現するため、従来の Shadow Z buffering 手法を改良した Shadow Mask という手法を開発しました。

Shadow Mask の手順について説明する：

まずは従来の方法と同じように、Shadow Z Buffer と、視点の座標空間における投影平面を生成する。視点の座標空間における Z Buffer によって、可視点と不可視点を分ける。このとき、従来の方法では、影の判断ルーチンに入って、座標変換などの処理を行うが、これらの処理コストを削減するため、影の判断ルーチンを後回しにして、その代わりに、

可視点の 3D 座標を xyz の 2D 配列に格納する。全ての描画作業が終わったあと、xyz 2D 配列に入っている 3D 座標群に対して影処理を行う (図 8)。

髪のような複雑な、且つユニットの数が膨大であるオブジェクトをレンダリングする時には、影処理のコストはその複雑さに比例するが、Shadow Mask の手法を用いれば、そのコストを  $O(\text{髪の毛の投影面積のサイズ})$  のオーダーまでに押えることができます。

さらに、髪の毛の色や、長さの差異等のパラメータと三つ編みのような特殊なオブジェクトを扱う機能をシステムに導入した。

以上の手法とヘアスタイル エディタを用いて、色々なヘアスタイルを含むデータベースを構築した。自然な髪の毛のイメージを低い処理コストで生成することができた。

