

CG人物のヘアスタイル生成手法

3C-8

陳 履恒 黄 英傑 土肥 浩 石塚 満
 東京大学工学部電子情報工学科

1. 前書き:

Computer Graphicsの分野では、人物像は一つの重要な課題である。中でも頭髮の生成はいまだに困難な技術の一つである。本研究の目的は従来の手法よりも簡単な髪の映像を生成するシステムを開発することである。

従来のExplicit Modelの手法は、大まかに言うと、一本一本の髪の毛をcurved cylinderとして髪をModel化する。これらの種類の手法は最も直感的な方法ではあるが、髪の膨大な数が必然的に非常にやっかいな問題になる。又、人物像のDisplay Screenのpixel sizeと比べると、髪の毛の直径は大変細い。髪の場合では、1 pixelの中に常に数本の髪の毛が投影される。いくら精密な髪のモデルを用いて複雑な計算を重ねても、最後の描画ステージでは、結局、1 pixel内の髪の色情報をPixel Coverageによって、平均しなければならない。そこで、本当に一本一本の髪の毛の3D情報を全部記述すべきかという疑問が生じる。ここでは、そこまで精密な髪のモデルを使わなくても、より簡単なモデルによって、一般のユーザでは満足出来る髪の映像が生成出来る手法を示す。

2. 髪のPlane Wispモデル:

我々の新しいCG人物像の髪の生成手法は以下のPlane Wisp Modelと言うモデリング法である。Wispと言うのは髪の一房と言うことです。“髪は局所的に平行である”ことに基づいて、一房の髪の毛を带状のPlane Wispで表現する。各Wispは幾つかの小さな平面の連結によって構成する(図1)。これらの平面の三次元空間中の位置はWispの一番外側の二本の髪の毛によって決められる。この二本の髪の毛をControl-Lineと呼ぶ。Wispの形状、位置、Orientationなどはcontrol lineによって、管理する。

このPlane-Wisp Modelは、髪のモデルをシンプル

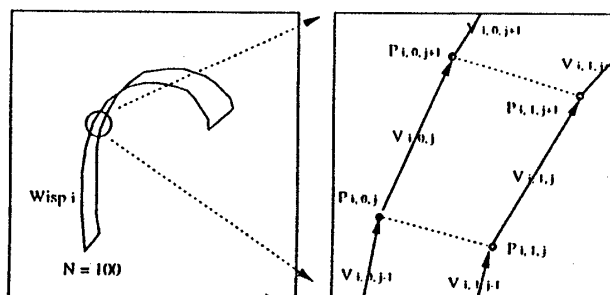


図1. Plane Wisp Model

にして、計算量を大幅に縮めることができる。シンプル化により、髪の3D構造を全体的に階層化することも可能になる。その上、Hair StyleのVariationの表現と髪の衝突問題等もより簡単に解決出来るようになる。

3. 描画法:

髪のモデルを定義した後の次の段階は髪のTextureを生成し、Mappingすることである。この作業は各平面に対して行う。

まず、control lineのvertexを投影変換して、screen上の各平面の位置を決める。次に、平面の上の髪の毛の分布を決める。その決め方によって、Wispの全体的な外見も大きく変わる。例えば、平面の真ん中に集中するタイプとか、平面上に平均的に分散するタイプ等、色々なWisp Typeを定義出来る。

ここでは、Hair Density Distributionが平面上に平均的に分散するタイプのTextureの生成を例として、説明する。まず、Wispの二本のcontrol lineの対応する点の間に直線を引く。Hair Density DistributionはUniformなので、例えばこのWispには髪の毛100本があり、一本の直線は五点到過し、もう一本の直線は四点到過すると仮定すると、各点中には髪の毛20本、または25本が通過すると判断する。control line segmentsの両側の間に引いた二本の直線上の髪の毛の分布を決めたら、平面上の髪の毛の分布も決めることができる。この例の場合では、例えば、二本の直線上一番左の二つの点の間に線を引いて、この線が通過することは、20本の髪の毛が上に通過することと同じになる。下の一番左の点には、まだ5本の髪の毛が残っている。従って、この点から上

の左から二番目の点までもう一本の線を引いて、今度の線が通過する点には5を加算する。

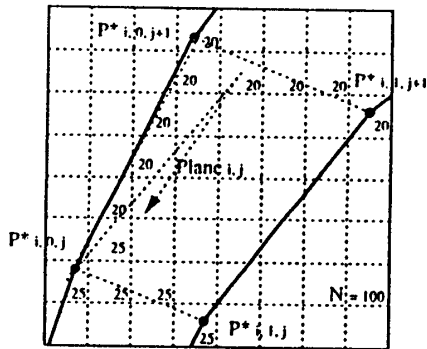


図2. Hair Density Computation

この手順を繰り返して平面上の髪の毛の分布を全部決めた後、各点の髪の毛の本数とcontrol lineの二本のvector上の色のInterpolationによって、平面上の髪の毛のTextureを生成することができる。

各Wispの中の髪の毛の長さは全部同じたと言うことは実際にはありえないので、一つのRandom-Number Tableを使って、その現象を表現する。(図3)。



図3. Wisp with hair having random lengths

髪の毛のSynthetic Imageについて、もう一つ表現したい特性は、髪の毛は大変細いので、一本の髪の毛の後ろにある他の髪の毛も、又は他の物も時々見えるようになる。しかし、もし十数本以上の髪の毛が集中すると、その集中点の後の物は見えなくなる。髪の毛のこの”半透明”な性質を表現するために、水彩画家の一つの技法からヒントを得た。水彩画家が薄いものと半透明な物を表現するときによく色を塗かさねていく方法がありが、我々はmulti-image-framesの構成でそのテクニックをシミュレーションする。

陰影生成の手法は幾つかあるが、その中でも最も常用されて、実装しやすい手法はShadow Z-Buffering法である。髪の毛の幾何構造は複雑なので、他の陰影生

成手法、例えば、Shadow Volume法などは時間がかかりすぎる。そこで、我々はShadow Z-Buffering法を改造して、Shadow Mask という手法を用いて髪の毛の陰影を生成する。

まず、光源を視点として観察座標系を設定する。対象物はその観察座標系に対して、Z-Bufferingを用いて投影変換する。ここで、Shadow MaskとShadow Z-Bufferingの違うところは、Shadow Maskの場合では単なる奥行き情報を保存するだけではなく、光源の位置から”見える”各点の3D座標値も記録する。First Passはそこで終わる。次に、First Passに記録した光源から可視である領域の3D座標値を投影変換して、視点および光源の両方から可視である領域を決めれば、シーンの中の各点は陰影の中に入るかどうかは自然的に判断できる。

4. 後書き:

以上にPlane Wispモデルによる頭髪の生成法について記したが、システムとしては他に、各Hair Styleの3D Plane Wisp Modelを編集するEditor ツールとHair Styleのデータベースを用意し、ビデオカメラからユーザの顔画像を入力して顔のWireframeにTexture Mappingし、より自然的な人物像を生成することが可能になっている。

将来は、表情の変化と顔の動きをシミュレーション出来るModuleもシステムに導入して、CG人物の自然なアニメーションを生成出来るシステムを目指したい。

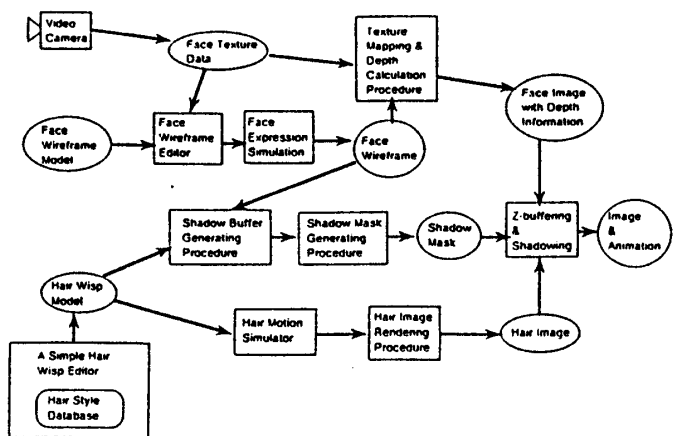


図4. System Configuration