

2ZC-2

ディスプレイメント・マッピングによる ウェーブヘア表現の試み*

木元 宏次†

kimoto@info.kanagawa-u.ac.jp

神奈川県立理学部情報科学科‡

1 はじめに

ディスプレイメント・マッピングは、ランプ・マッピングのように、オブジェクト表面の法線のみを変位させるものではなく、実際に、オブジェクト表面上の点の位置を変化させる技法である。

本研究はウェーブヘアの質感を表現するために、ディスプレイメント・マッピングを用いる一手法を提案するものである。ディスプレイメント・マッピングの実現は、RenderMan Interface [Upstill 89] [Ebert et al 94] を実装した Blue Moon Rendering Tools (BMRT) [Gritz 98] を利用し、RenderMan Interface の特徴的な機能である RenderMan シェーディング言語を用いて、ウェーブヘア表現のための RenderMan シェーダを作成する。

まず、ウェーブヘアの初期形状定義について述べ、次にウェーブヘアのためのシェーダの作成方法について述べる。次に表示例を紹介し、本手法の有効性を示す。本手法を用いて、良好なウェーブヘアを表現することができた。

2 ウェーブヘアの初期形状定義

ウェーブヘアの初期形状は半球、半円柱でモデリングする。半円柱の中心軸上に半球の中心を置き、図 1 のように、半球と半円柱が接合するように配置することによって表現される。半球、半円柱はそれ

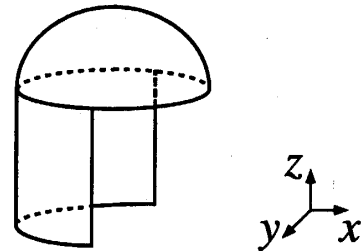


図 1: ウェーブヘアの初期形状

ぞれ、

$$\begin{aligned} x_s &= R_s \times \sin\left(\frac{1}{2}\pi v\right) \cos(2\pi u) \\ y_s &= R_s \times \sin\left(\frac{1}{2}\pi v\right) \sin(2\pi u) \\ z_s &= R_s \times \cos\left(\frac{1}{2}\pi v\right) \end{aligned}$$

($0 \leq u, v \leq 1$, R_s は半球の半径)、

$$\begin{aligned} x_c &= R_c \times \cos(\pi u) \\ y_c &= R_c \times \sin(\pi u) \\ z_c &= H_c \times v \end{aligned}$$

($0 \leq u, v \leq 1$,

R_c は半円柱の半径、 H_c は半円柱の高さ)、

で定義される。

3 ウェーブヘアのための

RenderMan シェーダ

オブジェクト表面上の点 P における u 方向の接線ベクトルを $dPdu$, v 方向の接線ベクトルを $dPdv$ とする。点 P の法線ベクトルを N とし、まず、三角関

*An Experiment to Render Waved Hair with Displacement Mapping

†Hirotsugu KIMOTO

‡Department of Information Science, Faculty of Science, Kanagawa University, 2946 Tsuchiya, Hiratsuka-shi, Kanagawa 259-1293, JAPAN

数を用いて、波状の変位 V_w を作る。

$$\begin{aligned} V_w = & N \times \sin(2\pi v \times a_1) \times b_1 + \dots \\ & + N \times \sin(2\pi v \times a_l) \times b_l \\ & + N \times \sin(2\pi u \times c_1) \times d_1 + \dots \\ & + N \times \sin(2\pi u \times c_m) \times d_m \\ & + dPdu \times \sin(2\pi v \times e_1) \times f_1 + \dots \\ & + dPdu \times \sin(2\pi v \times e_n) \times f_n \end{aligned}$$

($a_1, \dots, a_l, b_1, \dots, b_l, c_1, \dots, c_m, d_1, \dots, d_m, e_1, \dots, e_n, f_1, \dots, f_n$ はパラメータ)

次に、RenderMan シェーディング言語のノイズ関数 $noise()$ を用いて、 $1/f$ ノイズ $noise_{1/f}$ を作成する。

それらを用いて、以下の式で、点 P を変位させる。変位後の点を P_v とすると、

$$P_v = P + \alpha \times (dPdv + V_w + N \times noise_{1/f})$$

(α はパラメータ)

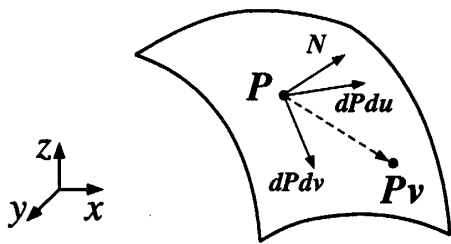


図 2: オブジェクト表面上の点の変位

4 ウェーブヘアのシェーディング

シェーディングには、RenderMan Interface にあらかじめ用意されている plastic シェーダを用いた。このシェーダは、オブジェクト表面の法線を用い、アンビエント成分、拡散反射成分、鏡面反射成分をそれぞれ計算し足し合わせるという、きわめてポピュラなシェーダである。

5 結果

表示例を図 3 に示す。 $l = 1, m = 3, n = 2$ として V_w を設定している。レンダリングには Blue Moon Rendering Tools を利用した。

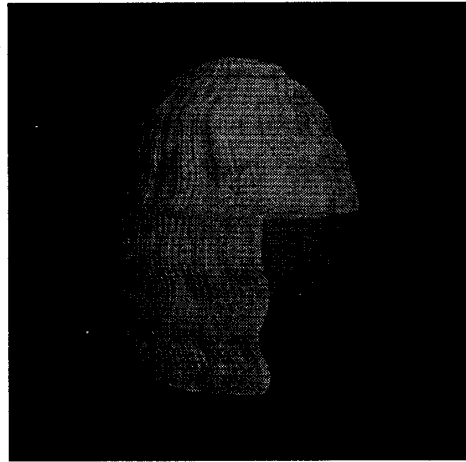


図 3: 表示例

6 おわりに

ウェーブヘア表現のために、ディスプレイメント・マッピングを用いる手法を試みた。まだ、実験段階の域を出ていないが、比較的良好な結果を得ることができた。

課題はまだ数多く残されている。例えば、オブジェクト表面上の点を変位させる際に用いるパラメータは、現在、実験的に決定しており、試行錯誤による経験値である。また、ウェーブヘアの初期形状も、半球、半円柱から構成される場合しか考慮しておらず、その他の形状には未対応である。

今後は、これら残された課題を解決すること、また、別の微細形状物体の質感への対応を考えている。

参考文献

- [Upstill 89] Upstill, S., "The RenderMan Companion: A Programmer's Guide to Realistic Computer Graphics," Addison-Wesley, 1989.
- [Ebert et al 94] Ebert, D. S., Musgrave, F. K., Peachey, D., Perlin, K. and Worley, S., "Texturing and Modeling: A Procedural Approach," Academic Press, 1994.
- [Gritz 98] Gritz, L. I., "Blue Moon Rendering Tools: User Guide," <http://www.bmrt.org/bmrtoc/bmrt.html>, 1998.