

Research on Computer Graphics of Fabrics Based on Subjective Evaluations of Appearance

卓, 炫住
九州大学芸術工学府

<https://doi.org/10.15017/19758>

出版情報 : 九州大学, 2010, 博士 (芸術工学), 課程博士
バージョン :
権利関係 :

付 録

3d Max ソフトウェア

現実で我々が見たり、感じたり、経験するすべての環境は、3次元の空間で行われる。我々が見る視野は、左右(X 軸) 上下(Y 軸) 前後(Z 軸) として構造されており、その空間で物体を感知する。このように、我々が見る環境と環境の中にある物体を実際物と同じように表現できるものが3次元のグラフィックである。

現在使われているグラフィックソフトウェアは、数十種類あり運営システム、値段、使用目的による選択ができる。その中で、3dmax がよく使われている理由とは、ウィンドウズ(windows) 環境に最適であり、Studio に*インターフェイス(interface)している人なら無理なく使用できる。3dmax が他のソフトウェアに比べて、値段が安価で、クォリティ (quality)を作り出すソフトウェアとして性能が優秀である。さらに、多様な特殊効果、インターフェイス(interface)の中心の機能構造、各種プラグイン(Plug in) など、質の高い成果物を作り出すことができる。3dmax ソフトウェアは、現在、全世界でゲーム、インテリア、建築、産業アニメーション、教育用など広く使われている。このように、3dmax ソフトウェアは、たくさんの人々に使われている。

本研究でも、3dmax ソフトウェアを用いて、織物の特有の構造や質感表現に注目してレンダリングしたものを実験のサンプルとした。レンダリングする前、織物の特有の構造を表現するため、糸一本をモデリングして、その上、質感を表すためにレンダリングを行った。レンダリングする際には、織物に適合するモデルを選んでそれぞれのパラメータを変えながら質感を表現した。

* インターフェイス(interface) : 電算システムにおけるハードウェア同士の接点または接点となるプログラム。人間と電算システムとの接点、また接点となるプログラムや機器。

Max ソフトウェアの仕組み

物体を表現する際、基本的に必要な過程は、モデリングとレンダリングの二つで分けられる。

モデリング(Modeling)は、 x, y 平面上に表現するのは2次元で、 x, y 平面軸の以外に z 軸を用いて立体的な物体を表現することで物体の骨格を作る過程である。適用方式としては、Polygon と NURBS の二つがある。Polygon は、ラインを用いて面で物体を形成していく方式である。Polygon の方式を用いてモデリングする種類は、シェイプ(Shape)、ロフト(Loft)、マッシュ(Mash)などがある。シェイプ(Shape)というのは、厚さがないラインのみでモデリングする方法で、大きさ、半径を調節しながらモデリングする(図 53)。ロフト(Loft)は、二つのシェイプと合わせて立体形状を作成するモデリングである。(図 54)。マッシュ(mash) は、点、線、面を用いて三角形の基本的な形を媒介点としてつなげていって複雑で繊細な形態を製作する方式である(図 55)。Polygon と対照的に NURBS は、曲線の表現に必要なモデリングを行う方式で、Polygon のように角がないためカーブを加えて物体の正確な円錐曲線の表現ができる(図 56)。ここで、調節できるパラメータは物体の幅、奥行き、高さなどを決めることができる。物体の形態や特徴によってモデリングする方式は違ってくる。

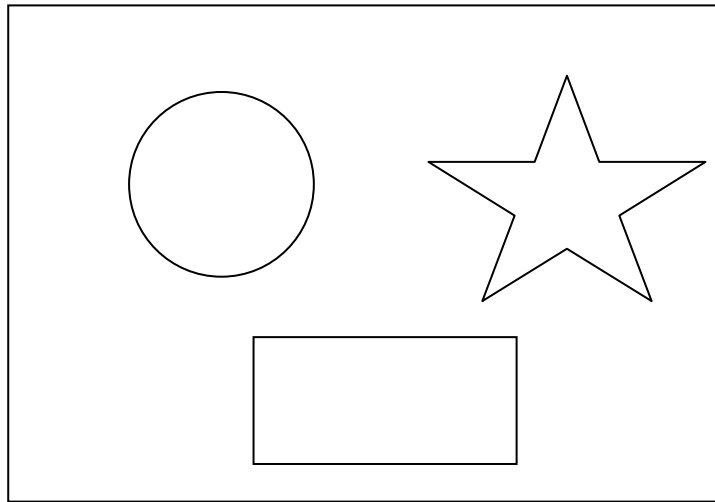


図 53 シェイプ(Shape)



図 54 ロフト(Loft)

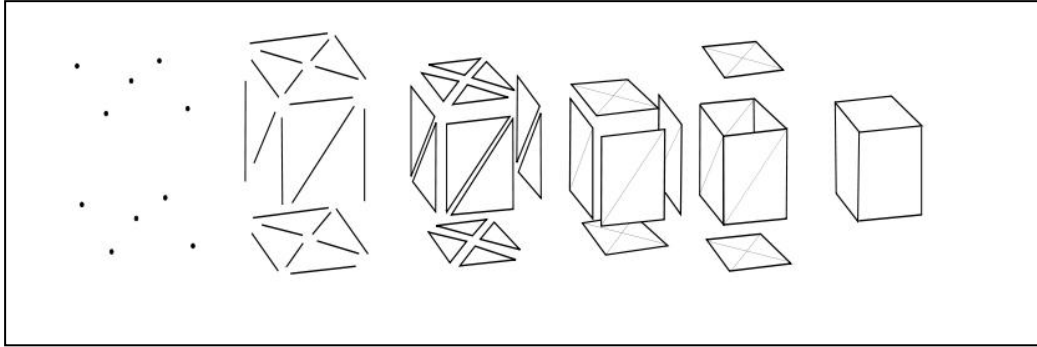


図 55 マッシュ(Mash)

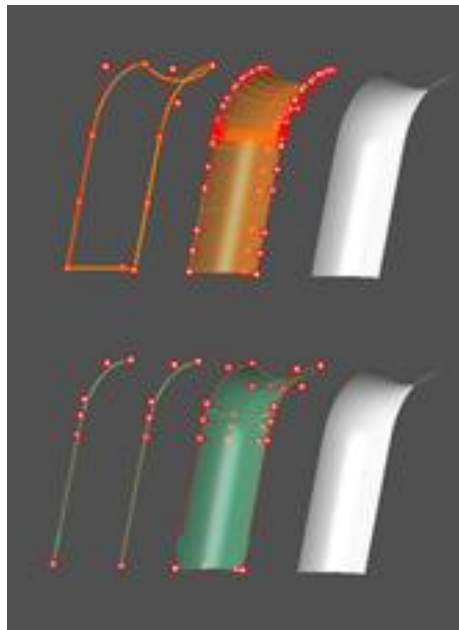


図 56 Polygon

レンダリング(Rendering)は、モデリングによって作成されたものを色相、明暗、材質のような3次元の要素を加えて現実感を追求する過程として、時間がかかる部分である。すなわち、イメージを実際物とできるだけ同じように作る作業である。

物体の性質によって反射モデルの選択ができる。例えば、光沢が多い金属をレンダリングする際は、鏡面反射モデルである Phong model や Blinn model などがよく使われている。また、各反射モデルの特徴によっても、パラメータがそれぞれ違う。本研究では、織物の特徴を考慮し Blinn model と Oran-Nayar および Oran-Nayar-Blinn model を用いてレンダリングを行った。

Blinn model である図 57 は、鏡面反射をコントロールする。図 57 (a) (Specular Level) は、物体のハイライトの強度を調節する。ただ、数値が大きいほどハイライトの範囲は広くなる(図 58)。図 57 (b) (Glossiness) は、ハイライトの大きさである。数値が大きいほど光沢の範囲が狭くなって光沢が強くなる(図 59)。図 57 (c) (Soften) は、表面反射のハイライトの効果をぼかす。数値が大きいほどハイライトの境界がぼけて滑らかになる(図 60)。ここで、Blinn model においては、図 61 の視点方向 \vec{v} が鏡面反射方向 \vec{r} から離れるにつれて反射される光の量は減衰すると考えており、その減衰率 \vec{v} と \vec{r} が成す角度 α を用いて $(\cos \alpha)^n$ に比例するものとされている。図 62 はこれを描く シータを x 軸に反射される光の割合を y 軸にとってグラフ化したものである。グラフに表われる突起状の形状のことをコサインローブ(cosine lobe)と呼ぶ。ローブの軸の方向は鏡面反射方向と一致し、ローブの軸方向の長さは関数 $(\cos \alpha)^n$ の重みに当たる実数値 ρ_s (一般的には鏡面反射と呼ばれる)によって決まる。ローブの広がりも、コサイン関数をべき乗する数 n によって決まってくる。 ρ_s と n の二つのパラメータを用いて、鏡面反射の特徴をコントロールすることができる。3dmax ソフトウェアで、強度をコントロールする Specular Level (図 57 (a))のパラメータは、物体によって違う鏡面反射率である ρ_s

に対応していると考えられる。また、光沢の範囲をコントロールするパラメータ図 57 の(b)と (c)は、ローブの広がりを示す係数 n に対応している。

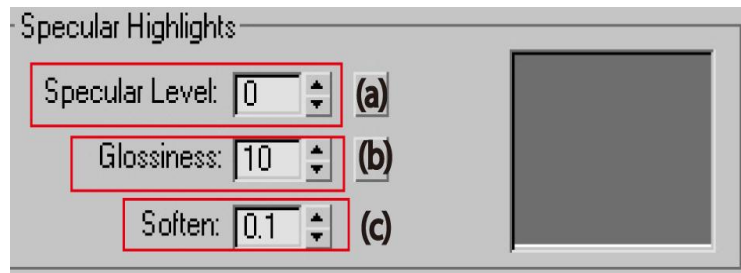


図 57 Blinn model パラメータ

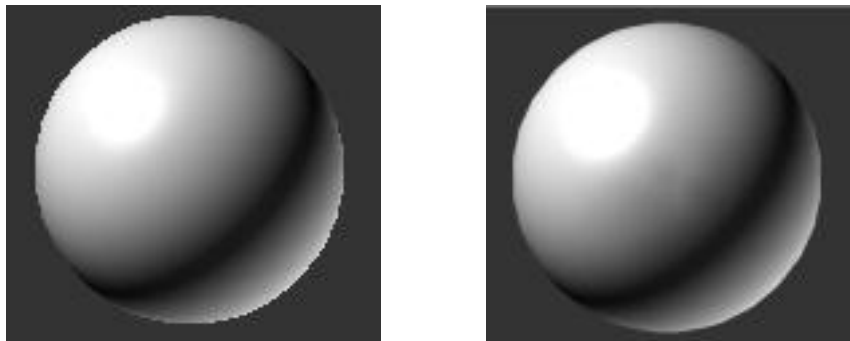


図 58 Specular Level 左(40)右(80)

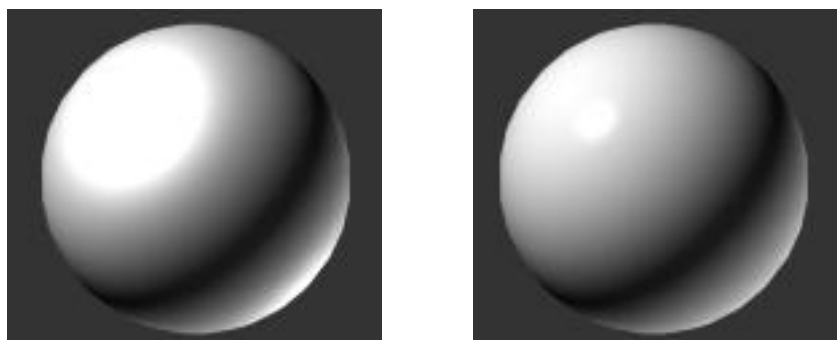


図 59 Glossiness Level 左(10)右(50)

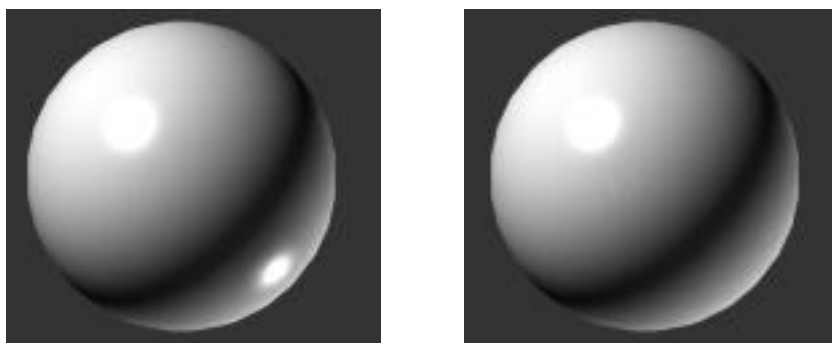


图 60 Soften Level 左(0.2) 右(0.6)

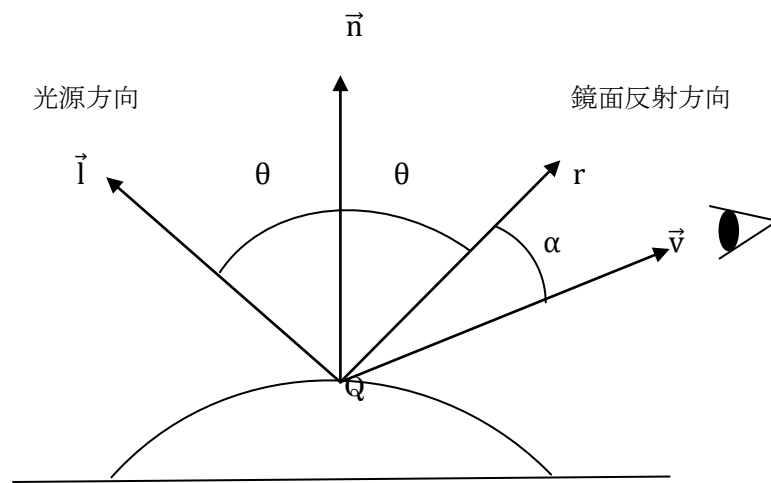


図 61 鏡面反射モデル

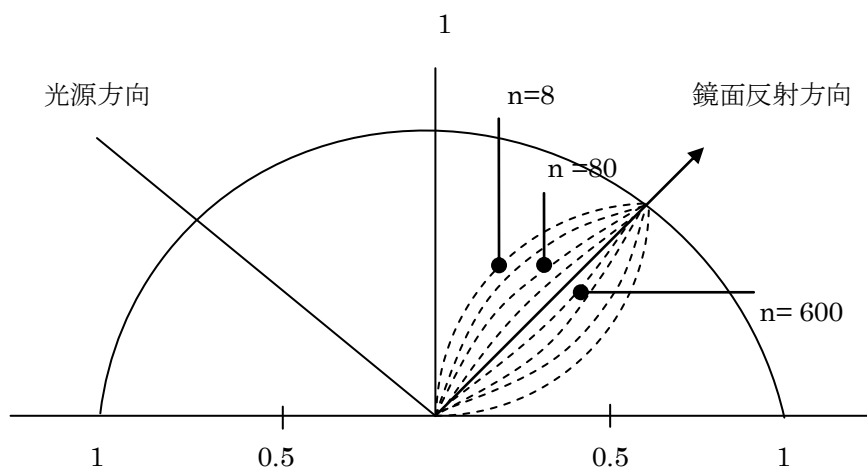


図 62 コサインローブ

Oran-Nayar-Blinn model は、Diffuse と Roughness 追加されている。図 63 (Diffuse Level)は、拡散反射光の強度をコントロールするパラメータである。ここで、表面反射ハイライトには、影響しない。数値がおおきいほど、拡散反射率は高くなって表面が明るくなる。図 63 (Roughness)は、拡散のブレンド具合をコントロールするパラメータで、表面の粗さを示している。数値がおおきいほど表面は、より粗くなる。

Oran-Nayar model においては、入射光に対して、マイクロファセットの向きによる光の照射量の比率が図 63(a)の Diffuse パラメータに対応している。また、図 63(b)Roughness は、レンダリング方程式における(A1 - 2)の σ に対応している。 σ は、物体表面のマイクロファセットの分布の分散で、 $\sigma=0$ の場合はつるつるな表面を示し、その時は、 $A=1$, $B=0$ となり、ランバート拡散モデルと一致する(図 65)。

$$L_r = \frac{\rho}{\pi} \cos\theta_i (A + B \max(0, \cos(\theta_i - \theta_r)) \sin\alpha \tan \beta) L_i \quad (A1 - 1)$$

$$A = 1 - 0.5 \frac{\sigma^2}{\sigma^2 + 0.33} \quad B = 0.45 \frac{\sigma^2}{\sigma^2 + 0.99} \quad (A1 - 2)$$

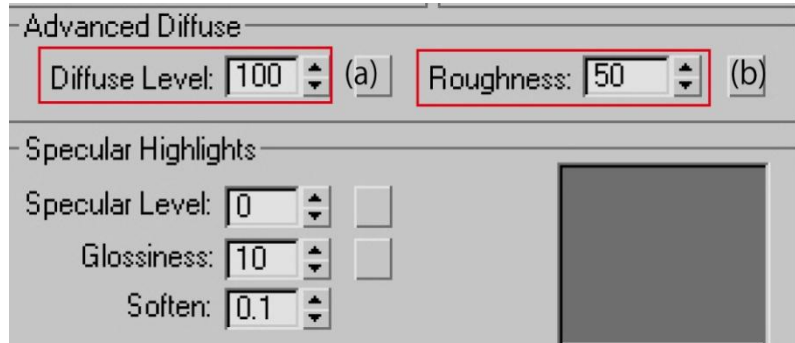
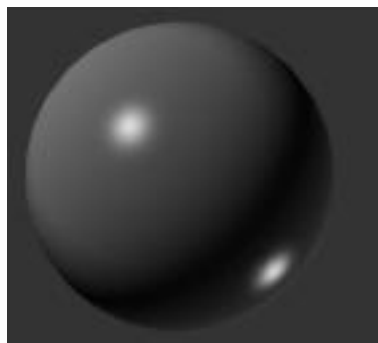
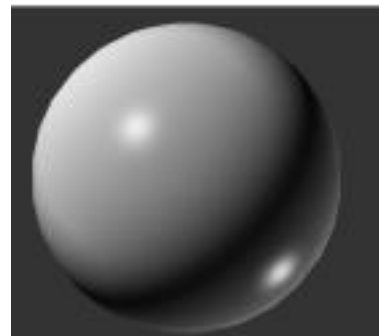


図 63 Oren-Nayar-Blinn model パラメータ

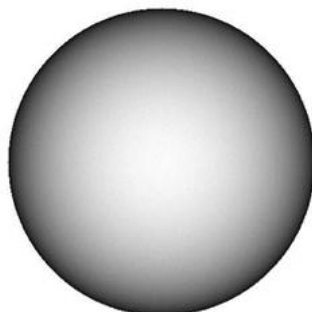


D: 50

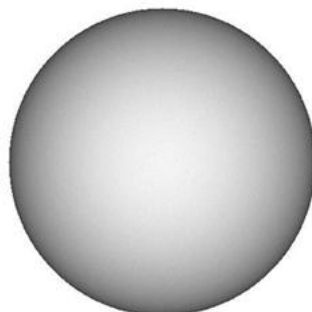


D: 100

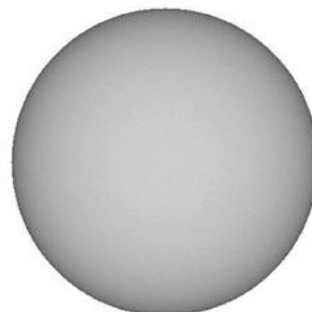
図 64 Diffuse Level



$\sigma = 0$



$\sigma = 0.1$



$\sigma = 0.3$

図 65 Roughness Level