JAIST Repository
https://dspace.jaist.ac.jp/

Title	巨視的・微視的構造に基づく花のフォトリアルなコンピュータグラフィックス生成に関する研究
Author(s)	寺戸，育夫
Citation	
Issue Date	1999-03
Type	Thesis or Dissertation
Text version	none
URL	http://hdl.handle.net/10119/1220
Rights	
Description	Supervisor:小谷 一孔，情報科学研究科，修士

JAIST
JAPAN
ADVANCED INSTITUTE OF
SCIENCE AND TECHNOLOGY

Japan Advanced Institute of Science and Technology

巨視的・微視的構造に基づく花のフォトリアルなコンピュータグラフィックス生成に関する研究

寺戸 育夫

北陸先端科学技術大学院大学 情報科学研究科

1999 年 2 月 15 日

キーワード: バラの質感再現、微視的・巨視的構造、シェーディングモデル、反射光分布、ストキャスティックサンプリング.

コンピュータの高機能化・高速化に伴い、コンピュータ内に構築した仮想世界を可視化する、いわゆるコンピュータグラフィックス (CG) の生成手法に関する研究が盛んに行われるようになった。特に、実写との合成や仮想現実感等への応用を目的として、実物と見分けがつかないほどクオリティの高い CG が求められている。

これまでに CAD 等の分野で扱われることが多かった工業製品や建造物等は、その構造が単純かつ規則的であるため、これらの形状のモデリングは比較的容易であった。また、Phong モデルや Blinn モデルに代表される、物体の表面における光学現象を簡略化したシェーディングモデルによって、物体表面の質感を良好に再現できる。

一方、自然物は一般に構造が複雑かつ不規則である場合が多いため、手入力による細部に至るまでのモデリングは非常に骨の折れる作業となり、違和感を与えないほどの自然なモデリングには熟練を要する。特殊な微細構造を持つ自然物は、従来のシェーディングモデルでは表現し得ない光の反射特性を持っており、独特の質感を表出する。また、物体表面における光の反射率や色は描く者の主観により決定され、その数値に物理的根拠はあまりないのが現状である。

本研究では**自然物のフォトリアルな CG を生成する手法の構築**を目的とし、自然物の一例としてバラの花を扱う。ここでは、細胞のように肉眼では直接観察できない構造、及び花弁のように肉眼で観察できる構造をそれぞれ微視的構造、巨視的構造と呼び、実際のバラに基づいたモデル化により、花弁の持つ独特の質感を CG で再現することを目指す。

一般に CG では、物体表面における光の反射特性を示すシェーディングモデルを用いて物体の質感を再現する。そこで、バラ花弁における光の反射特性を実験的に測定した。その結果、光源方向への反射光強度が特に強くなっていることが分かった。ところが従来

Copyright © 1999 by Ikuo Terado

のシェーディングモデルでは、光の入射に対する正反射方向への光強度が強くなる反射特性しか表すことができない。このため、バラ花弁が持つ反射特性は、従来のシェーディングモデルでは再現不可能である。

このような独特の反射特性が表れる原因を調べるため、顕微鏡でバラ花弁のミクロ的な構造を観察した。バラ花弁の構造上の大きな特徴は、肉眼では観察できないほど小さなドーム形状をなす細胞が、花弁の表面に数多く並んでいることである。ドーム形状に対して光を照射したとき、光源側の面には光が直接当たり、そこで反射した光は光源方向へ向かう。光源とは反対側の面に光は直接当たらず、細胞を透過した光、もしくは他の細胞で反射した光によって照らされるだけで、その反射光強度は弱い。このようにバラ花弁の反射特性と傾向が似ていることから、バラ花弁独特の反射特性はドーム形状をなす細胞の影響であると考えられる。

そこで本研究では、質感表現に重要な要素であると考えられる、ドーム形状をなす上面表皮細胞の形状モデル・シェーディングモデルと、その下の層にある海綿状組織のシェーディングモデルを構築する。本モデルを用いて、上面表皮細胞表面における陰影やハイライト、及び海綿状組織における光の散乱等をシミュレーションし、実際のバラ花弁で起きる光学現象を近似する。

また、本モデルにおけるパラメータに設定する値を、バラ花弁から実験的に測定した反射光特性を元に導く。バラ花弁の反射光分布は、ドーム形状をなす上面表皮細胞での拡散反射光、鏡面反射光に加え、海綿状組織の拡散反射光、鏡面反射光それぞれの和として表すことができる。これらの反射光の混合比を、実測値を用いて最小二乗法により導出する。導出した混合比を用いて再合成した反射光分布が、実際のバラ花弁の反射光分布との誤差を 90% 以上の精度で近似できることを示す。

バラ花弁の微視的構造に基づいた質感再現手法を用いて CG を生成し、従来手法に比べて実際のバラに見られる質感を良好に再現できることを示す。ストキャスティックサンプリングを行う際のサンプリング数を変化させることで、バラ花弁の粗さの度合いを調節できることを示す。

また、バラの巨視的構造に基づき、花弁同士の相互反射光や透過光による影響も考慮する。バラは複雑な形状をした花弁が密に折り重なる構造をもつため、一度花弁に当たって反射した光が再び別の花弁に当たり、序々に光の強度が減衰しながら反射が何度も繰り返される。透過光も同様に、1 枚の花弁を透過した光がまた別の花弁に当たり、そこで再び反射や透過が起きる。このような光の相互反射・透過をシミュレーションするために、レンダリング手法としてレイトレーシング法に加え、ラジオシティ法も適用する。これにより、何枚もの花弁で反射・透過した光が当たる中心部ほど赤みが増し、また他の花弁に投げかける影の輪郭がぼやける効果を再現できる。