

# 肌微細構造の印象評価

番場文枝 (指導教員：伊藤貴之)

## 1. 概要

情報技術の発展により、コンピュータグラフィックス(CG)が多様な分野で活用されるようになってきている。化粧品業界においても、化粧品の仕上がりイメージや肌診断など、CGの需要は多い。中でも肌の与える印象の数値化は以前から関心を集めるところであり、様々な手法により感性を定量化する試みがなされてきた。

肌の与える印象の要因は肌の色や顔自体の凹凸など、数多く存在する。その中で我々は、肌を構成する、毛穴、皮丘、皮溝から成るキメに着目し、肌微細構造を主軸としたCG肌画像の生成と、その印象評価を行ってきた。

黒川らは、毛穴、皮丘、皮溝といった肌微細構造を、CGを用いて生成する手法を提案した[1]。また猪股らは、実写肌画像から、毛穴の大きさや皮溝の深さのパラメータを取得する方法を示した[2]。これらを組み合わせることにより、実写肌画像から肌微細構造に基づいたパラメータを取得し、そのパラメータを基に、肌微細構造に基づいたCG肌画像を生成することができる。本研究では、被験者に実写肌画像と、実写肌画像をもとに生成したCG肌画像の2種類について印象評価を依頼し、それを比較する。本研究の前半では、実写肌画像からのパラメータ検出手法を、本研究の後半では、実写肌画像とCG肌画像の印象評価結果を示す。

## 2. 関連研究

CG肌画像の鏡面反射光に関する研究として、スキンスェーダにおける微細構造を考慮した鏡面反射光の高速描画に関する安達らの手法[3]がある。肌微細構造に着目し、ボロノイ領域分割を用いることで皮丘および皮溝によって構成される肌画像を生成した。しかしこの研究は、肌微細構造に毛穴が含まれていない点や、肌微細構造の分割方法において本研究とは異なる。

肌の印象評価を行った研究として、佐々木らのフラクタルとエントロピーを用いた肌表面形状の定量的評価[4]がある。この手法では、肌画像のフラクタル次元での定量的評価および肌画像に対するエントロピーによる評価を行い、それぞれが肌の特徴を定量的に表現していることを示した。しかしこれらは実写肌画像に対して行われたものであり、本研究のように可変なパラメータを持った肌微細構造に関して行われたものではない。

## 3. パラメータの取得とCG肌画像の生成

本研究では肌微細構造を毛穴と、毛穴同士を結ぶ溝である皮溝、皮溝に囲まれた膨らみ部分である皮丘により構成されるものとし、毛穴を円で、毛穴同士を結ぶ皮溝を直線で近似し、その内側を皮丘として表すものとする。

### 3.1 パラメータの取得

パラメータの取得は、猪股らの手法[2]を採用する。まず、特殊なカメラで肌画像を撮影する。撮影した肌画像を二値化処理したものに様々な大きさの円を走査させ、その内側における黒い部分の面積比が閾値より大きい円を毛穴として判定する。皮溝も同様に直線を走査させ、その直径の黒い部分のうち線分と重なる部分の面積が閾値を超えるものを皮溝とした(図1(左))。

### 3.2 CG肌画像の生成

肌微細構造の生成には、黒川らの手法[1]を採用する。まず取得されたパラメータをもとに毛穴を円として、x, y軸の格子状に沿ってランダムに生成し、Delauney三角メッシュアルゴリズムを用いて一つ一つの毛穴を接続することで、皮溝、皮丘を再現した肌微細構造のパターンを生成する(図1(中央))。

次に、毛穴、皮溝、皮丘の深さや半径をもとにそれぞれをいくつかの層に分割し、一定間隔で生成した頂点同士を結ぶことで、肌微細構造のポリゴンが完成する(図1(右))。

以上の処理を、肌質や化粧法を基に分割した顔形状の各パーツに対して適用し、顔全体にわたって肌微細形状を生成する。

このようにして生成した肌微細構造を、別途用意した顔ポリゴンにマッピングし、テクスチャを貼り付けることにより、顔の形状に沿った、よりリアルなCG肌画像が完成する。

また、環境光、拡散反射光、鏡面反射光、光源方向をそれぞれ調整可能に実装することにより、より詳細な考察が可能になる。

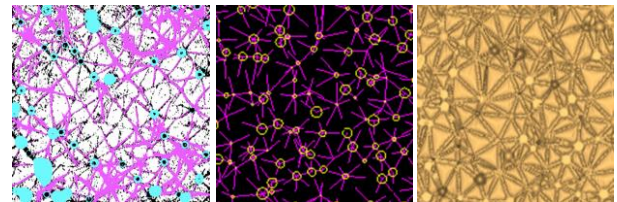


図1. (左)パラメータの取得  
(中央)パターン生成結果  
(右)ポリゴン生成結果

## 4. 実験概要と印象評価結果

### 4.1 実験概要

まず20代女性26人の肌を撮影する。次に、実写肌画像をもとにCG肌画像を生成する。最後に、被験者26人に、実写肌画像とCG肌画像に対し、肌の印象を表す感性ワード17語に、それぞれどの程度あてはまるかを5段階

評価してもらおう。

ここで実写肌画像から CG 肌画像を生成する段階において、撮影した肌画像から取得するパラメータと CG 肌画像に入力するパラメータは異なるため、変換が必要になる。パラメータの変換方法は以下の通りである。はじめに 26 人の肌画像の中から特徴的な肌画像、すなわち既定のパラメータの数値が大きいもの、小さいものを各々選出し、専門家に検討してもらいながら CG 肌画像を生成する。続いて実写肌画像のパラメータと生成した CG 肌画像のパラメータの相関を調べ、最小二乗法による線形近似を行うことで、前者から後者を導出するための数式を算出する(図 2)。実写肌画像の毛穴半径  $x_1$  から CG 肌画像の毛穴半径  $y_1$  を算出する式、実写肌画像の皮溝幅  $x_2$  から CG 肌画像の皮溝幅  $y_2$  を算出する式は、我々の実験では以下のように求められた。

$$y_1 = 0.0134x_1 - 0.0874$$

$$y_2 = 0.0757x_2 - 0.0058$$

26 枚の実写肌画像のパラメータに、それぞれ以上で算出した数式を用いることで、26 枚の CG 肌画像のパラメータを求める。

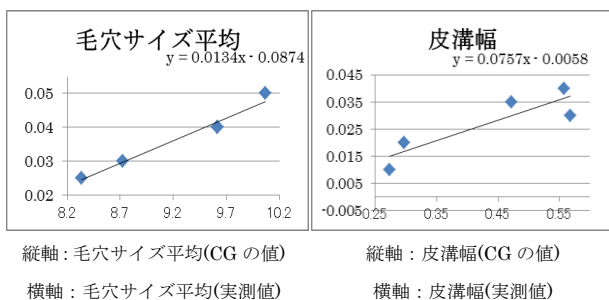


図 2. (左)実写肌画像と CG 肌画像の  
毛穴サイズ平均の相関  
(右)実写肌画像と CG 肌画像の皮溝幅の相関

#### 4.2 印象評価結果

印象評価に先立ち、専門家によって 26 人の肌画像をよい肌、ややよい肌、ややごわつき肌、ごわつき肌、毛穴が目立つ肌の 5 グループに分類した。続いて、被験者の回答から得られる評価値の平均をグループごとに折れ線で示した(図 3)。

実写肌画像と CG 肌画像双方において、よい肌と分類されたグループがよい印象の感性ワードにおいて高い評価値を示し、ごわつき肌と分類されたものが悪い感性ワードについて高い評価値となるなど、総じて専門家の見識に沿った結果が得られている。

また実写肌画像と CG 肌画像の結果を比較すると、各感性ワードのグループ間の評価値の差が、CG 肌画像の方がより大きいことが示されている。以上の二点から、CG 肌画像は実写肌画像の肌の特徴を捉えつつ、その特徴をより強く表していると言える。

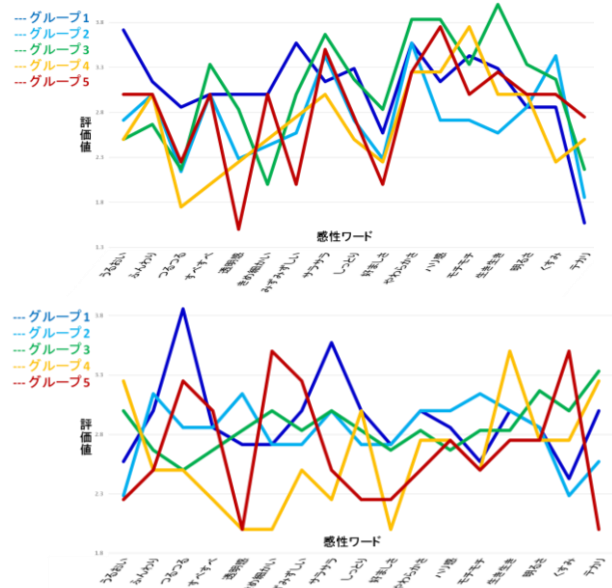


図 3. (上)実写肌画像による印象評価結果  
(下)CG 肌画像による印象評価結果

#### 5. まとめと今後の課題

本研究では実写肌画像から取得した肌微細構造のパラメータに基づいて CG 肌画像を生成し、その印象評価実験を行った。その結果、CG 肌画像が実写肌画像の特徴を捉え、その特徴を増幅させていることが示された。

今後の課題として、今回の印象評価実験を反映した CG の改善や、世代層を広げた印象評価実験の実施したい。

#### 謝辞

本研究を進めるにあたり多数のご助言をいただきました。資生堂リサーチセンター豊田成人氏、大高瞳氏、笹本裕美氏に感謝の意を表します。

#### 参考文献

[1] M. Kurokawa, M. Inomata, T. Itoh, N. Toyoda, H. Sasamoto, Micro-geometric Modeling of Human Face Skins for Cosmetic Analysis, SIGGRAPH Asia Poster Session, 2011.  
 [2] 猪股, 伊藤, 豊田, 大高, 笹本, 実写画像からの肌微細構造パラメータの推定, 電子情報通信学会技術研究報告, IEICE-112, no. 385(PRMU), no. 386(MVE), pp. 193-198 (2013).  
 [3] 安達, 森島, スキンシェーダにおける微細構造を考慮した鏡面反射光の高速描画手法の提案, 画像電子学会ビジュアルコンピューティングワークショップ (2014).  
 [4] 佐々木, 中川, フラクタルとエントロピーを用いた肌表面形状の定量的評価, 電子情報通信学会技術研究報告. MBE, MEとバイオサイバネティクス 108(219), pp. 59-64 (2008).