

肌印象分析のための形状シミュレーション

黒川 海映[†] 伊藤 貴之[†] 豊田 成人[‡]

[†]お茶の水女子大学理学部情報科学科 〒112-8610 東京都文京区大塚 2-1-1

[‡]株式会社資生堂 資生堂リサーチセンター 〒236-8643 神奈川県横浜市金沢区福浦 2-12-1

E-mail: [†] {mihayu, itot}@itolab.is.ocha.ac.jp [‡] naruhito.toyoda@to.shiseido.co.jp

あらまし 肌を健やかな状態に保つことは多くの人々にとっての関心事である。整った肌はきれいなツヤを生じ美しい印象を与え、乾燥により荒れた肌はツヤを失い、美しくない印象を与える。このように、肌状態は顔の見た目の印象を決定する上で重要な要因のうちの一つである。ここで、肌状態と印象との相関性分析にあたって重要な点として、様々な肌・顔・質感をデータベース化して提示可能な状態にすること、様々な人から肌の印象に関する回答を収集して効果的な感性情報処理を適用すること、などがあげられる。このうち前者について我々は、肌の実写画像を収集するよりも、CG 技術を用いて肌画像を生成するほうが有利であると判断した。これを実現する技術として本報告では、主に顔を対象とした、肌の微細構造の 3D モデリングによる形状シミュレーション技術を提案する。

キーワード 肌形状, 印象, 形状シミュレーション

Geometric Simulation of Skins for Its Impression Analysis

Mihayu Kurokawa[†] Takayuki Itoh[†] Naruhito Toyoda[‡]

[†] Department of Information Sciences, Ochanomizu University 2-1-1 Otsuka, Bunkyo-ku, Tokyo, 112-8610 Japan

[‡] Shiseido Company, Limited, 2-12-1 Fukuura, Kanazawa-ku, Yokohama-shi, Kanagawa, 236-8643 Japan

E-mail: [†] {mihayu, itot}@itolab.is.ocha.ac.jp [‡] naruhito.toyoda@to.shiseido.co.jp

Abstract Many people are concerned about keeping their skins fine. Fine skins with fine-grained textures bring fine impressions, while dry and dirty skins bring poor impressions. Thus, condition of skin is an important factor to determine his/her impression. It is important to show various skins/faces/textures stored in databases to various people, and collect subjective feedbacks from them, to analyze mutual relationships between conditions and impressions. To store various skins, we think that skin image synthesis by computer graphics is superior to collecting photographed images. This paper presents a technique for geometric simulation of microstructure skins applying a 3D geometric modeling technique.

Keyword Skin, Impression Analysis, Geometric Simulation, 3D Modeling

1. はじめに

肌を健やかな状態に保つことは多くの人々にとっての関心事である。整った肌はきれいなツヤを生じ美しい印象を与え、乾燥により荒れた肌はツヤを失い、美しくない印象を与える。このように、肌状態は顔の印象を決定する上で重要な要因のうちの一つである。これらの肌状態の違いの一因として、後述する表面構造の違いがあげられる。よって、表面構造と印象の関係を分析することは化粧品開発や美容分野において大変重要な課題であると考えられる。

我々は、肌状態と印象との相関性を分析するシステムの開発に取り組んでいる。このシステムの開発にあたって重要な点として、様々な肌・顔・質感をデータベース化して提示可能な状態にすること、様々な人から肌の印象に関する回答を収集して効果的な感性情報処理を適用すること、などがあげられる。このうち前者について我々は、肌の実写画像を収集するよりも、CG 技術を用いて肌画像を生成するほうが有利であると判断した。

本報告では、主に顔を対象として、様々な肌形状を

再現する 3D モデリング手法を提案する。肌表面モデリング技術は CG 画像生成を目的として多数発表されているが、その多くは美しく理想的な肌形状の再現を主眼としている。それに対して本手法は美容分野の観点から、肌状態に応じた微小形状の変化を詳細に制御できることを主眼としている。本手法により、様々な肌状態の再現と蓄積が容易になると考えられる。

2. 前提知識

2.1. 肌の表面構造

肌形状は、網目を形成している溝部分とそれに囲まれる丘の部分、および毛穴で形成されている。溝部分を皮溝、丘の部分を皮丘と呼び、これらを総称してキメと呼ぶ(図 1) [1]。体の肌において皮丘は四角形を構成することが多いのに対して、顔では三角形を構成することが多い。また毛穴は皮溝の交点に多く見られ、ほとんどにおいて開口部の面積と深さは比例している。そのほか、汗腺があり、皮丘の頂上に開いている。

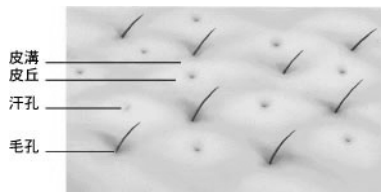


図 1: 肌表面の構造 ([1]より転載)

2.2. 既存の肌分析手法

荒川ら[2]は、ビデオマイクロスコープによって肌表面の拡大写真を撮影し得た画像データに、様々な処理を施すことによって、皮溝、皮丘、毛穴を抽出し、「キメの大きさ」「皮溝の平均幅」「毛穴の総面積」を算出し、肌の現象評価との関係进行分析している。また、小林[3]は肌表面から採取したレプリカを短直線マッチング法で解析処理することにより、皮溝と皮丘の特徴を自動評価する技術を開発している。

これらには、実際の肌をもとに分析を行っているという共通点がある。そのため、例えば皮溝や皮丘、毛穴をそれぞれ独立に変化させて評価する、質感の印象を表す形容詞のみが与えられ、それに対応する肌をコンピュータ上で再現してその印象を分析する、という用途を想定することはできない。

2.3. 肌表現のための CG 技術

人体表現は CG による映像制作において非常に重要な技術であり、肌表現はその一環として活発に研究されている。肌表現のための CG 技術はモデリングとレンダリングに大別される。モデリングは肌の微細形状やその経年変化を定式化・構造化することに相当し、レンダリングは肌の光反射特性を定式化してその照度を算出することに相当する。

ここでは本研究に関係あるモデリング技術をいく

つか紹介する。坂東ら[4]は主に手足を対象として、しわを構成する微細形状のモデリングを試みているが、顔の肌の微細形状モデリングには、この手法とは異なる知見を要すると考えられる。Wu ら[5]は肌の経年変化の再現を試みているが、毛穴などを含めた肌表面の微細構造の再現を狙っていない。Haro ら[6]は肌の微細形状の再現を狙っているが、この手法では実際の肌の測定結果を必要としている。

3. 本研究の構想

我々は現在、印象と肌表面構造との関係を分析するシステムの開発に取り組んでいる。

これを以下のように定式化する。肌の印象を表現する n 種類の形容詞を用意し、ある肌の印象 A を

$$A=(a_1, a_2, \dots, a_n)$$

と表現する。ただし a_i は、その肌の i 番目の形容詞への適合度とする。また、肌表面の 3D モデリングを制御する m 種類のパラメータを用意し、ある肌を生成するためのパラメータ群 P を

$$P=(p_1, p_2, \dots, p_m)$$

と定義する。ただし p_i は、その肌を生成するための i 番目のパラメータとする。さらに、この肌 P を用いてある顔形状 F を生成すると $F=(f_1, f_2, \dots, f_m, P)$ となる。ただし f_i は、顔を生成するための i 番目のパラメータとする。この F より生成される顔により印象評価実験に用いる。以上の定義に基づくと、我々が現在開発しているシステムは、「顔をユーザに提示して回答させた印象 A を集計し、それと P および F との関係性を学習・分析する手法」に相当する。

ここで効果的な学習・分析を実現するには、より多くの状態の肌・顔・質感といった提示情報をデータベースに蓄積しておき、自在にユーザに提示できることが重要である。我々はこれらの提示情報を、図 2 のようなリレーショナルデータベースに蓄積することを想定している。ここで 2.2 節に示した通り、既存手法の大半は実写画像に基づいており、任意の A および P に対応する肌を提示することは容易ではない。そこで我々は、3次元 CG 技術を適用して任意の P に対する肌表面形状を生成することで、様々な状態の肌を蓄積する、という手段をとることにした。

本研究全体の処理の流れを、図 3 に示す。本研究では、3次元 CG で再現した顔形状および肌表面形状のパラメータと印象の関係を学習・分析するだけでなく、任意の印象に対する顔形状および肌表面形状を表示する、という技術の確立も視野に入れている。

本研究の究極的な目標の一つに、化粧肌の質感を CG で表現する、という点がある。表 1 に示すように、化粧肌の質感を左右する要因は大きく分けて三つあり、本手法は其中で「素肌の肌形状部分」に位置してい

るといえる。

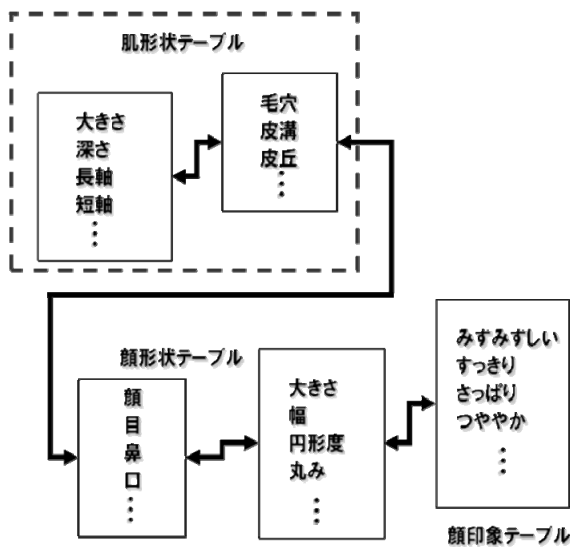


図 2 本研究の提示情報におけるデータベース構成

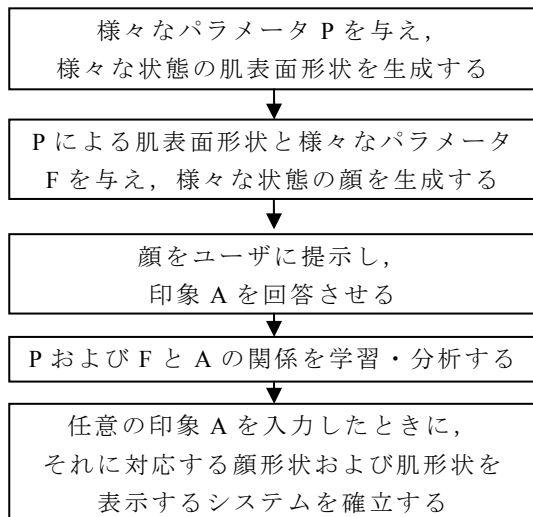


図 3: 本研究全体の処理の流れ

表 1: 化粧肌の質感を左右する主な要因

化粧肌質感	要因
メーキャップ	ファンデーション, 下地, おしろい塗布方法, 用具
スキンケア	角質状態, 水分油分のバランス 使用アイテム, 使用量
素肌	肌質: 乾燥肌 肌形状: キメ, 毛穴 肌色: 赤み, 黄み, 明るさ

化粧肌の印象評価を実際に人で行う場合, 毛穴・皮丘・皮溝の状態数だけ人数が必要となり, 化粧品開発の際の評価・検討に時間やコストがかかり効率が悪い。また, 顔型や顔色の影響も加わることから同一条件下での評価は難しい。そこで化粧肌の質感をモデリングすることで, 個人の印象をモデリングのためのパラメータという形で定量化でき, ひいては化粧品開発の評

価・検討の効率化につながられると考えられる。

4. モデリング

前章で述べた通り本報告では, 図 1 に示すような肌の微細構造をモデリングする手法を提案する。

4.1 肌状態と肌表面形状の特徴

我々は代表的な肌状態として, 以下の 3 種類の拡大写真を観察し, その特徴を考察した。

[1:整った肌] 特徴として, 皮溝が連続的であり皮丘の三角形が小さく形が均一, そして一つ一つが立体的にふっくらしているということが挙げられる。

[2:乾燥した肌] 皮溝のパターンは整った肌と同様であるが, 皮溝自体が非常に浅く細いため紋様を形成できていない場合が多い。また, 皮丘の形状も平面的で全体的に薄皮に見える。

[3:毛穴の目立つ肌] 各々の毛穴の直径が広く深い。

考察した特徴に基づいて, 以下のようなパラメータ P を設定した。本手法では, これらのパラメータを操作することで, 対象となる様々な肌状態を生成する。

- 毛穴: 半径, 深さ, 位置のランダム度
- 皮丘: 高さ, 高さのランダム度
- 皮溝: 深さ, 全体の幅

以上の各値の変化に対して, 自在に肌の微細構造を再現できるように, 本手法では安定的に三角形パターンを生成できる Delaunay 三角メッシュアルゴリズムを採用して, 肌形状シミュレーションを実現する。

4.2 パターン生成

本手法における毛穴・皮丘・皮溝のパターン生成の処理手順を図 4 に示す。本手法ではまず, 整列した正三角形の集合を構成するようなパターンで, 毛穴を生成する。この際に, 毛穴の半径・深さ・位置ともに, パラメータ P で設定されたランダム度にしたがって値を決定する。続いて Delaunay 三角メッシュアルゴリズムにより, 毛穴の中心点を連結することで, 肌領域を三角形に分割する。分割した三角形一つ一つを皮丘とし, 各辺を皮溝とする。そしてパラメータ P に従って, 皮丘および皮溝の形状を決定する。

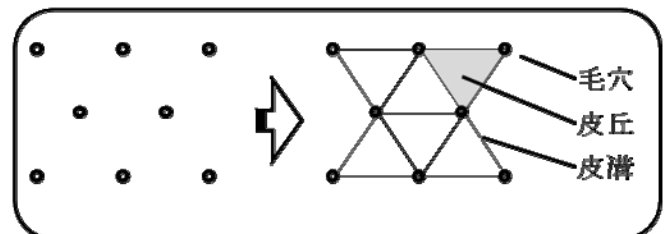


図 4 パターン生成の処理手順

4.3 ポリゴン生成

毛穴, 皮丘, 皮溝の各形状を立体的に表現するため, 前節のとおり生成されたパターンを, 更に細かい三角形群 (ポリゴン) に分割する。本手法ではまず, 細か

い三角形群の各頂点を生成する。毛穴内部では深さと半径から算出した層ごとに等間隔で、皮丘内部には一様に、かつ三角形の重心が一番高くなるように、皮溝上では深さを考慮して等間隔に、それぞれ頂点を生成する（図5参照）。これらを Delaunay 三角メッシュアルゴリズムで連結することで、ポリゴンを生成する。

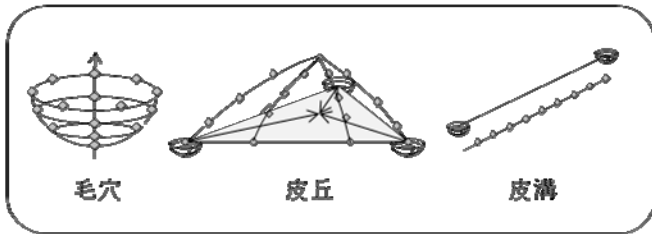


図5 ポリゴンを構成する頂点の生成

4.4 結果

図6は整った肌の表現結果である。図7は毛穴の目立つ肌の表現結果である。これは毛穴のパラメータを大きくすることで実現する。図8は乾燥した肌の表現結果である。これは皮溝と皮丘の高さのパラメータを小さくすることで実現している。

5. まとめ

本報告では、肌形状の印象分析システムを開発するための一環として、肌の微細構造を3Dモデリングする形状シミュレーション技術を提案した。

肌のCG表現に関する課題は以下の通りである。

- 非等方性を考慮したキメの表現手法の確立
- 適切なパラメータ値の再考察
- 顔三次元形状への貼付け技術の実装
- レンダリング技術との統合によるリアリティの追求

また、肌状態の印象評価結果とパラメータの関係に関する学習・分析についても研究を進めたい。

参考文献

- [1] http://www.menard.co.jp/beauty/library/science/science_01.html
- [2] 荒川, 大西, 舛田, ビデオマイクロスコープを用いた皮膚の表面形態解析法の開発とキメ・毛穴の実態調査, 日本化粧品技術者会誌, Vol. 41, No. 3, pp. 173-180, 2007.
- [3] 小林, 科学教養講座 肌表面のキメ・シワの自動評価と実用化, 理大科学フォーラム, 26(9) (通号 303), pp. 28-33, 2009.
- [4] 坂東, 西田, ベクトル場に沿ったシワの生成による皮膚のシミュレーション, 画像電子学会 Visual Computing / 情報処理学会グラフィクスとCAD 合同シンポジウム 2001.
- [5] Y. Wu, P. Kalra, L. Moccozet, N. M. Thalmann, Simulating Wrinkles and Skin Aging, The Visual Computer, Vol. 15, No. 4, pp. 183-198, 1999.
- [6] A. Haro, B. Guenter, I. Essa, Real-time Photo-Realistic Physically Based Rendering of Fine Scale Human Skin Structure, 12th Eurographics Workshop on Rendering Techniques, pp. 53-62, 2001.

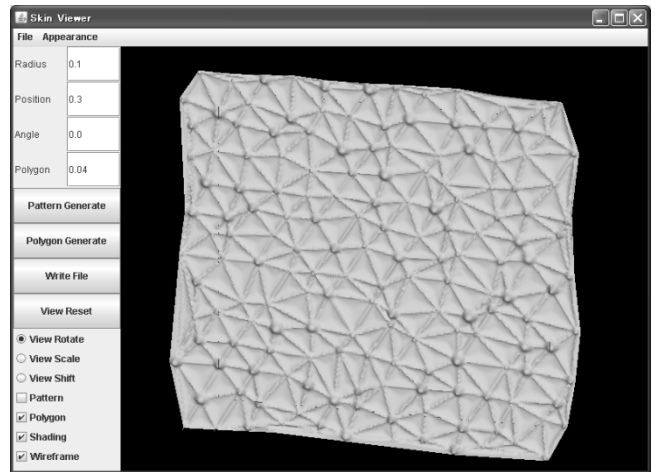


図6: 整った肌

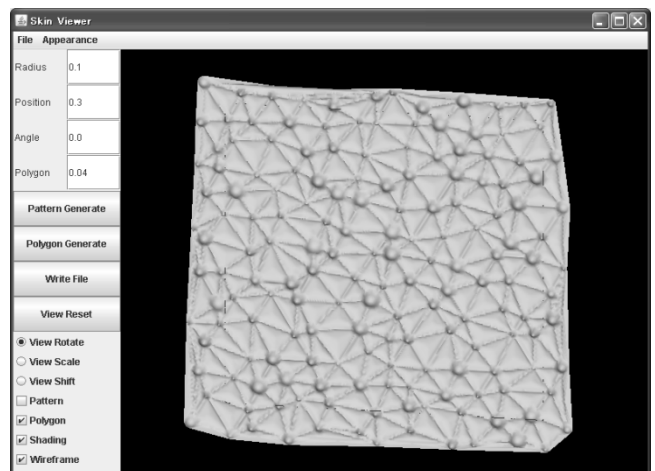


図7: 毛穴が目立つ肌

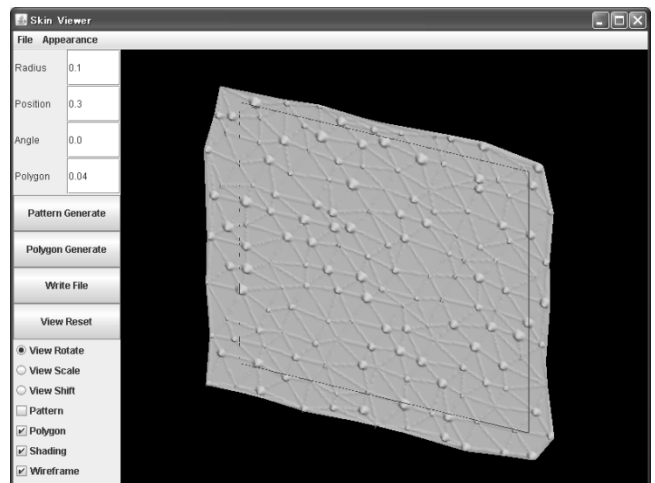


図8: 乾燥肌