

肌微細構造の印象評価

番場 文枝[†] 猪股 真美[†] 伊藤 貴之[†] 豊田 成人[‡] 大高 瞳[‡] 笹本 裕美[‡]

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

[‡] 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: [†] {mie, mami, itot}@itolab.is.ocha.ac.jp,

[‡] {naruhito.toyoda, hitomi.otaka, yumi.sasamoto}@to.shiseido.co.jp

あらまし 我々は肌の状態がどのような印象を与えるかについて研究を進めている。以前より先行研究として、CG による顔画像の印象評価手法と、CG による肌微細構造の表現手法を提案してきた。本報告では、肌微細構造を表現した CG 画像の印象評価の一事例を提案する。毛穴、皮溝、皮丘のパラメータから肌微細構造のパターンを生成、細かい三角形ポリゴンでその形状を生成し、さらにそれを顔形状にマッピングして CG 画像を生成した。続いてその CG 画像を被験者に提示し、所定の感性ワードへの適合度を回答してもらった。その回答結果を集計して可視化することにより、肌微細構造の印象評価結果について考察した。

キーワード 印象評価, 肌, CG, 可視化

Impression evaluation of skin

Fumie BAMBA[†] Mami INOMATA[†] Takayuki ITOH[†]

Naruhito TOYODA[‡] Hitomi OTAKA[‡] and Yumi SASAMOTO[‡]

[†] Faculty of Science, 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: [†] {mie, mami, itot}@itolab.is.ocha.ac.jp,

[‡] {naruhito.toyoda, hitomi.otaka, yumi.sasamoto}@to.shiseido.co.jp

Abstract We have been studying about the impression that various states of the skin gives us. We have proposed impression evaluation method of the face image by CG and creating CG method as a representation of the microstructure skin caused by previous research. In this paper, we propose a Case Study of the CG image impression of skin microstructure representation. We generated a pattern of fine structure skin from the parameter of halls, ridges and furrows, then produce its shape with fine triangle polygons and generated a CG image by mapping them on the face polygon. CG image presented to the subjects, we asked them to answer the goodness-of-fit to given adjectives. By aggregating and visualizing their answers, we have analyzed the results of the evaluation of microstructure skin impression.

Keyword Impression evaluation, Skin, Computer Graphics, Visualization

1. はじめに

肌の印象は人間の印象を左右する重要な要因である。例えば化粧品開発では、企画者と開発者が化粧品のイメージを正確に共有するために、肌の印象を正しく共有することが重要である。しかし個人の感性に依存する印象を、食い違えることなく共有するのは容易ではない。そこで、肌の画像を多くの人に閲覧させ、その印象を数値回答させて集計する、という印象評価によってその印象を共有してきた。この肌に関する印

象評価では、従来主に肌の実写画像を用いてきた。しかし肌の実写画像は、被写体である人物の多様な状況（例えば年齢や保湿度など）に加えて、撮影機器や撮影環境にも影響を受ける。これらの状態に関する組み合わせを全てカバーする実写画像を揃えようと思うと、非現実なコストがかかってしまう。

そこで我々は、コンピュータグラフィックス(CG)を用いて顔画像を生成し、肌を表す感性ワード群を被験者に提示して印象評価を依頼してきた。その一環とし

て黒川らは、毛穴、皮丘、皮溝といった肌の微細構造を生成する手法を提案した[1]。また猪股らは、CG で生成した顔画像を用いた印象評価結果が、実写画像を用いた印象評価結果とよく整合することを示した[2]。しかし猪股らの印象評価では、黒川らが提案した肌微細構造を適用していなかった。そこで本報告では、肌微細構造を CG で表現した顔画像に対する印象評価について報告する。本報告の前半では、肌表面の微細構造をなす毛穴、皮丘、皮溝のパラメータを自由に設定可能とし、それを顔形状に貼りつける実装について説明する。本報告の後半では、肌微細構造に基づき生成した画像を用いた印象評価結果を示す。

2. 関連研究

本章では関連研究として、肌質感の表現と印象評価について述べる。

2.1 肌質感の CG による表現

人の肌質感を再現する研究は様々ある。実存の肌画像から再現を試みたものとしては、中井らが物理モデルに基づいた人の肌の色の質感表現[3]がある。この手法では、肌データから読み取った質感に関する情報をもとに、皮膚内部での光の錯乱・吸収、多重反射などを簡単に記述した肌の物理モデルを構築した。このモデルは、実際の肌画像から CG の光学パラメータを得ることに相当し、肌の微細構造を直接的に再現するものではない。また近年では Abhijeet らが、モデル顔の全体的構造から微細構造までを実画像からキャプチャする手法[4]を提案している。こちらは肌の微細構造を直接的に再現しているが、それをパラメータ制御できるものではない。本報告が採用する肌の表現手法は、肌の微細構造をパラメータ制御できる点に差異があると考えられる。

2.2 肌質感の印象表現

猪股ら[2]は、CG で生成した 10 種類の化粧顔画像への印象評価の結果を報告した。この印象評価では、20 代の女性 14 人を被験者として、「感性ワード」と呼ばれる 31 種類の感性ワード群を提示し、それらの各画像の適合度を 5 段階評価で回答させる、という形式を採用した。そしてその結果と、10 種類の化粧を施した実写写真による評価結果との相関係数を求めた。図 1 はその相関係数を示したものである。図 1 において A~J は 10 種類の化粧を表す記号である。この結果から A と B を除く 8 種類において、0.6 以上の高い正の相関を得ることができた。この結果から我々は、CG による印象評価は実写画像による印象評価の代用手段として十分であると判断した。

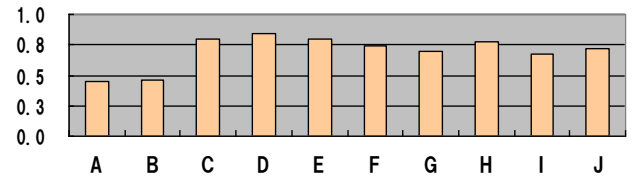


図 1 写真評価と CG 評価の相関係数

3. パラメータ制御可能な肌微細構造生成手法に基づく顔の CG 表現

本章では肌微細構造の生成手法と、その顔形状への貼付け手法について説明する。

3.1 肌質感再現画像

肌微細構造の生成の際、本手法では、毛穴、皮丘、皮溝のパラメータを定める。毛穴には半径と深さ、皮丘には高さとそのランダム度、皮溝には深さとそのランダム度を各々設定できるものとする。

肌の微細構造生成には黒川ら[1]の手法を採用する。第一段階としてまず、既に設定されたパラメータを参照しながら毛穴配置のパターンを生成する。毛穴を 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、皮丘を再現する。黄色丸が毛穴、紫三角形が皮丘、三角形の辺が皮溝を表している。

次に、これらをもとに、細かい三角形を生成する。この過程では以下の手順で頂点を生成し、それを連結して細かい三角形を生成する。まず、深さと半径をもとに毛穴をいくつかの層に分割し、等間隔に頂点を生成する。続いて皮丘を構成する三角形領域内部に、重心が一番高くなるように頂点を生成する。さらに、皮溝上に等間隔に頂点を生成する。

以上の処理を、肌質や化粧方法に基づき分類された、図 2 に示すパーツ各々に適用することで、顔全体にわたって肌微細形状を生成する。

3.2 生成した肌形状の顔ポリゴンへの貼り付け

黒川らの発表[1]では肌微細構造を平面上に生成しただけであったが、印象評価においては顔の形状的特徴に伴う光の当たり方が重要である。そこで本節では、前節で示した手法で生成した肌微細構造を顔形状に貼りつける処理手順について示す。図 3 は肌微細構造を顔形状に貼りつけた例である。

肌への貼りつけ手順は以下のとおりである。ここで顔形状は三角形の集合で表現されており、その各頂点には 3 次元実空間での座標値(x, y, z)とテクスチャ座標値(u, v)を有するものとする。また肌微細構造は XY 平面上の微細な凹凸として生成され、その Z 軸が顔形状

の法線に対応する．

1. 顔形状を構成する各々の三角形領域の3頂点のテクスチャ座標値を $A_1(u_1, v_1)$, $A_2(u_2, v_2)$, $A_3(u_3, v_3)$, としたときに, 肌微細構造を構成する点 $B(p', q', r')$ を内包する三角形領域を展開時座標系で特定する．
2. 点 B と点 A_1, A_2, A_3 の各々を線分で結んだ時にできる3つの三角形の面積 $s_1 \sim s_3$ を, それぞれ

$$s_1 = \text{三角形 } BA_2A_3 \text{ の面積}$$

$$s_2 = \text{三角形 } BA_3A_1 \text{ の面積}$$

$$s_3 = \text{三角形 } BA_1A_2 \text{ の面積}$$
 とする．
3. A_1, A_2, A_3 の実空間での座標値を $A_1(x_1, y_1, z_1)$, $A_2(x_2, y_2, z_2)$, $A_3(x_3, y_3, z_3)$, としたときに, 点 B の実座標系での座標値 (x', y', z') を以下により求める．

$$x' = s_1x_1 + s_2x_2 + s_3x_3$$

$$y' = s_1y_1 + s_2y_2 + s_3y_3$$

$$z' = s_1z_1 + s_2z_2 + s_3z_3$$

ただしこの時点では, 肌微細形状は平面として顔形状に貼り付けられる．

4. A_1, A_2, A_3 の法線ベクトルを 3. と同じ方法で補間することで, 点 B の法線ベクトル (a, b, c) を算出する．
5. 以下の式により肌微細形状に凹凸をつけることで, 顔形状への肌微細形状の貼付けを完成する．

$$x' = x' + r'a \quad y' = y' + r'b \quad z' = z' + r'c$$

以上の処理によって肌微細構造を顔形状に貼りつける (図 4(左)) だけでなく, 肌の拡大画像をテクスチャマッピングする (図 4(右)) ことで, さらにリアリティある画像を生成できる．

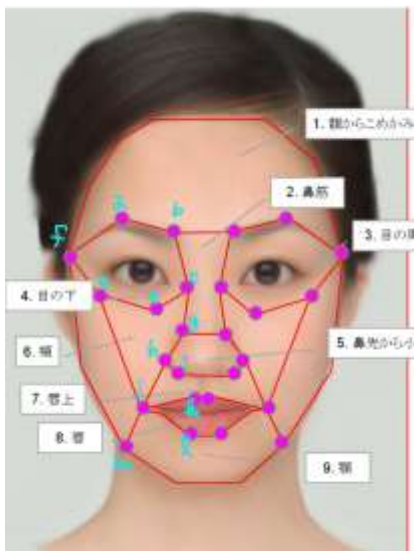


図 2. 顔のパーツ形状



図 3. 肌微細構造の顔への貼り付け



図 4. 肌微細構造へのテクスチャマッピング

4. 肌微細構造の印象評価

本評価では, 毛穴と皮丘, 皮溝のサイズ, 角度などのパラメータを変えた 6 枚の画像を用いた．本評価で用いた 6 種類の肌微細構造は以下のとおりである．

- 基準となる肌 (画像 1)
- 画像 1 に対し毛穴を 2 段階で大きくした肌 (画像 2, 3)
- 皮丘を平らにして乾燥を表現した肌 (画像 4)
- 皮丘が平らでさらに毛穴が大きい肌 (画像 5)
- 皮丘を高くした肌 (画像 6)

これらの肌微細構造を図 5 に示す．また, これらの肌微細構造のために定めたパラメータを表 1 に示す．

以上の肌微細構造を顔形状に貼りつけ, 画像を生成した．20 代女性被験者 32 人に対して各画像を提示して, 20 種類の肌印象を表す感性ワードにどの程度あて

はまるかを5段階評価してもらった。その平均値を折れ線グラフにしたものを図6に示す。

このグラフから、毛穴が開いている画像は「くすみ」(図7(左))の評価が高いのに対し「好ましき」(図7(右))の評価が低く、他画像と比較して悪い評価が得られた。また最も毛穴を大きくしたものが最も印象が悪いという結果が出た。他にも皮丘を低くした画像では「きめ細かい」(図8(左))「立体感」(図8(右))への評価が低くなるなど、総じて納得できる結果が得られた。しかし例えば、皮丘が低い(=乾燥肌)画像に「つるつる」(図9(左))「光沢感」(図9(右))などの評価が高い値を示しているが、これらは乾燥肌の印象とはいいいがたい面もあり、原因について調査が必要であると考える。

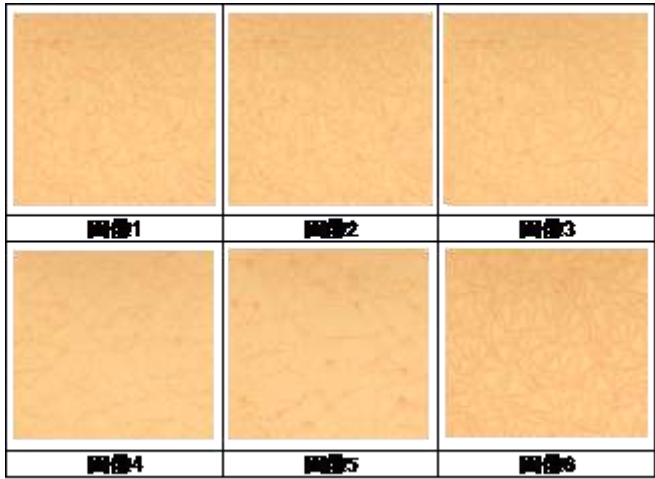


図 5. パラメータを変え生成した 6 種類の肌画像

		1	2	3	4	5	6
毛穴	半径	0.02	0.04	0.05	0.02	0.02	0.02
	深さ	0.02	0.04	0.07	0.02	0.02	0.02
皮丘	高さ	0.1	0.1	0.1	0.05	0.05	0.12
皮溝	深さ	0.03	0.03	0.03	0.07	0.07	0.05
	角度	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0	0.0

表 1. 肌画像生成に用いたパラメータ

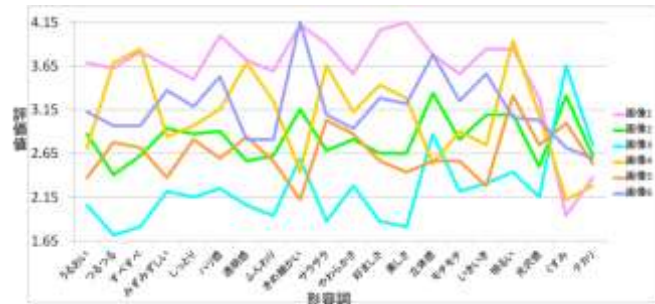


図 6. 印象評価値平均を表した折れ線グラフ

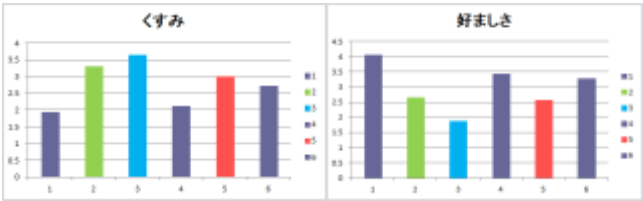


図 7. 各々の画像に対する「くすみ」「好ましき」の印象評価値平均

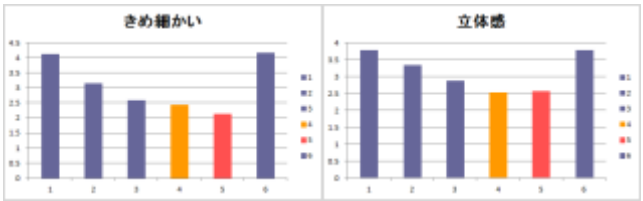


図 8. 各々の画像に対する「きめ細かい」「立体感」の印象評価値平均

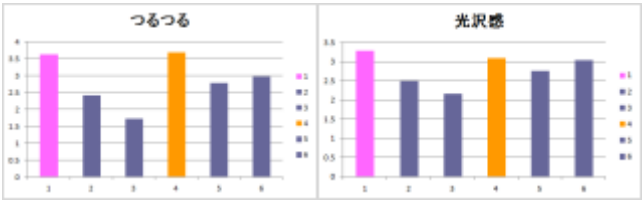


図 9. 各々の画像に対する「つるつる」「光沢感」の印象評価値平均

5. まとめ

本報告では肌微細構造を生成して顔形状に貼りつけ、数種類の肌画像を生成、顔ポリゴンにマッピングしたものを用いて印象評価を実施し、その結果を分析した。今後は CG の光反射モデルの調整手法を検討するとともに、顔全体へのマッピング画像を用いた印象評価や、顔形状と印象評価の相関性分析を実施したい。

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, 肌質感の印象評価と評価結果の可視化, 第 3 回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム(DEIM 2011).
- [3] 中井久史, 眞鍋佳嗣, 井口征士, “物理モデルに基づいた人の肌の色の質感表現”, 電子情報通信学会論文誌, D-II, II-パターン処理, J84-D-II(2), pp.321-327 (2001).
- [4] A. Ghosh, G. Fyffe, B. Tunwattanapong, J. Busch, X. Yu, P. Debevec, “Multiview Face Capture using Polarized Spherical Gradient Illumination”, ACM Transactions on Graphics, Vol. 30, Issue 6 (SIGGRAPH Asia) (2011).