

メイクアップ技能上達のためのアドバイスシステム

高木 佐恵子[†] 波川 千晶[‡] 吉本 富士市[†]

和歌山大学システム工学部

Advice System for Progress in Makeup Skill

Saeko Takagi[†] Chiaki Namikawa Fujiichi Yoshimoto[†]

Faculty of Systems Engineering, Wakayama University

現在, CAI システムに CG を応用する研究は, 知識学習に関するものが中心であり, 技能学習を扱うシステム, 特に, パーチャルではなく, 実際の技能のためのシステムはほとんど皆無である. 多くの人が, 実際の向上を目指している技能の一つにメイクアップがある. 近年, メイクアップ支援の需要が増加し, メイクアップシミュレータが開発されているが, 既存システムは, シミュレーションの高品質化を探求するものばかりである. そこで, 本論文では, ユーザが自分の顔へ実際に行ったメイクアップに対するアドバイス機能を含む 3次元メイクアップアドバイスシステムを提案する. 提案システムでは, 顔を 3次元形状計測装置で計測した距離データと画像, デジタルカメラで撮影した画像を入力とする. 出力は, 各段階におけるメイクアップシミュレーション結果の画像と実際のメイクアップテクニックの説明, そして, ユーザが行ったメイクアップとの比較によるアドバイスである. プロトタイプシステムの試用実験では, 大半の被験者から肯定的評価を得た.
キーワード: CAI における CG の応用, 技能学習の支援, メイクアップシミュレーション, 顔画像

In the field of CAI, there are many systems for knowledge acquisition but few systems for skill acquisition, especially for some actual skills. Makeup is one of important actual skills for many people. Several makeup simulators have already been developed. The objective of these simulators is quality improvement of makeup simulation. In this paper, we propose a 3D makeup advice system that is able to advise a user about the real makeup on her/his face. In our system, the inputs are a distance data set and a color data set obtained from a 3D measurement equipment, and images with a digital camera. The outputs are the result of makeup simulation, instruction, and advice. An image of makeup simulation at each phase is displayed with explanations of makeup techniques. Advice is based on comparison of the simulation and the user's real makeup. In an experiment of a prototype system, affirmative evaluation was obtained from most users.

Keywords: CG application in CAI, learning support of skill, makeup simulation, facial image

1 はじめに

コンピュータグラフィックス (CG) の応用分野の一つに, コンピュータ支援学習 (CAI) がある. 既存の CAI システムの多くは, 知識の学習を対象としたものである. それらにおいて, CG は, CG そのものの学習をはじめとして, 歴史的工芸品に関する知識や科学現象など, 視覚化することが理解を助けるような知識の学習に用いられている. 一方, 技能の習得を対象とした CAI システムの代表例として, 訓練用フライトシミュレータがあげられるが, 特にパーチャルではなく実際の技能のための CAI システムの例はほとんどない. 技能の習得は, 一般に, お手本となる動作や状態をよく観察し, その模倣から始まると考

えられる. 任意の視点から, 任意のタイミングでの観察を可能にするには, CG の応用が有効であると予想される.

多くの人々が, 上達のために労力を費やしている技能の一つとして, メイクアップがあげられる. 広い意味でのメイクアップには, 歌舞伎などの特殊な芸能用メイクアップや, 体全体に施す民族的なメイクアップなども含まれるが, 本論文では, 一般的な日本人女性が行っているメイクアップを指すこととする. 近年メイクアップの社会的意味が見直され, その重要性はますます高まってきている [1]. また, 化粧品の種類の増加や方法の多様化などの影響もあり, 化粧品選びやメイクアップテクニックの紹介などのメイクアップ支援の需要も増加している. メイクアップシミュレータは, 主として化粧品メーカーで研究が始まり [2], 現在

[†] {saeko, fuji}@sys.wakayama-u.ac.jp.

[‡] 現在, 八文字コンサルティング株式会社所属.

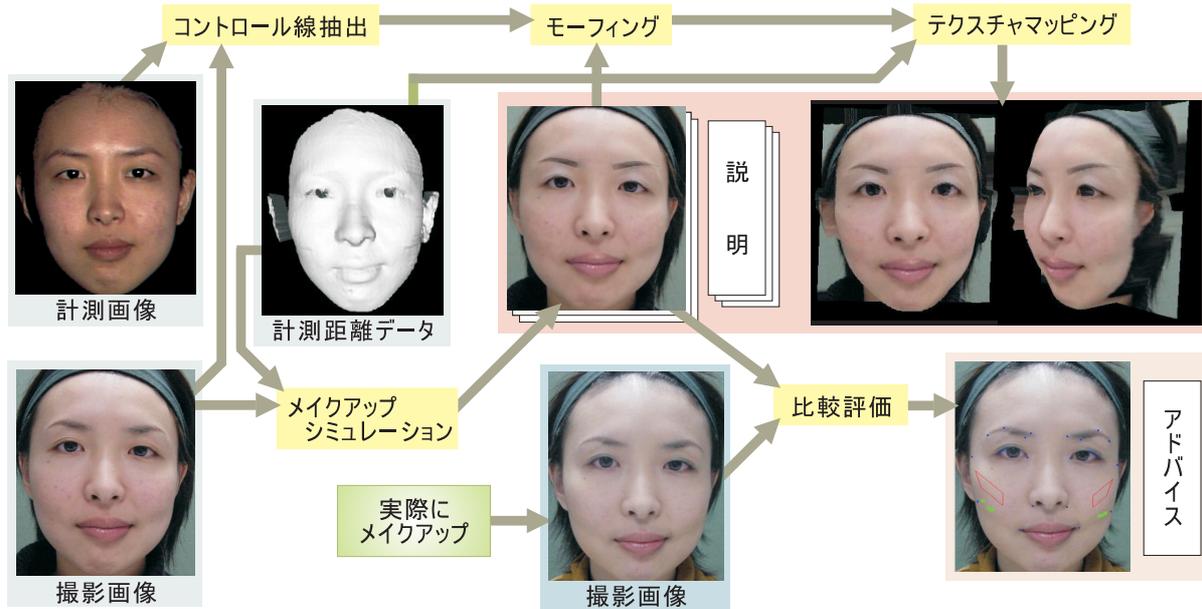


図 1: メイクアップアドバイスシステムの概要

では、化粧品選びなどを目的に、一般に利用されるまでに至っている [3, 4]。また、頭部や顔の形状計測の応用として、顔を 3 次元データとして扱い、電子的デバイスを用いた操作が可能なメイクアップシミュレータも研究されている [5, 6, 7, 8]。CG 分野では、人肌のリアルな質感表現に注目した研究例が複数みられ、その中には、メイクアップシミュレーションを行っている研究例 [9, 10] もある。これらは、いずれも、最初に顔データを入力した後は、自分の肌を使うことなく、システムを利用することになる。

自分に似合うメイクアップ方法や化粧品を探すためには、さまざまな化粧品を簡単に自分の顔モデルへ試せることは得策といえる。なぜならば、実際に自分の顔で短時間にいろいろと試すことは、その都度化粧を落とす必要があり、肌も疲れてしまうため、困難だからである。しかしながら、希望のメイクアップを可能にする化粧品を求めることができた後、実際に自分で自分の顔のメイクアップを行う場合、既存システムでは不十分な点がある。それは、既存システムには、ユーザが実際に行ったメイクアップに対するアドバイス機能がないことである。様々なテクニックの説明を受け、それを仮想空間で練習したとしても、自分の顔へ実際に行ったメイクアップがうまくできているのか、どう直せばよくなるのか、ということとはわからないことが多い。

そこで、本論文では、ユーザが自分の顔へ実際に行ったメイクアップに対してアドバイスを行う機能を

含んだ、メイクアップアドバイスシステムを提案する。一般に、他人から見られる顔は、横や斜めからが多く、正面だけでなく他の向きから見た顔のイメージも考慮しつつ、化粧を行う必要がある [11]。そこで、提案システムでは、顔データを 3 次元で扱う。まず、非接触式 3 次元形状計測装置により顔の距離データと 2 次元画像を取得し、さらにデジタルカメラの画像を用いて、顔の 3 次元モデルを生成する。画像にメイクアップ処理を行い、並行してメイクアップテクニックの説明を表示する。ユーザはこれらの画面をみながら実際に自分の顔へ化粧を行う。ユーザのメイクアップ後の顔をデジタルカメラで撮影し、システムがメイクアップ処理した画像と比較してアドバイスを返す。実装したプロトタイプシステムの試用実験では、大半の被験者から肯定的評価を得た。

本論文では、第 2 節で提案システムの詳細を説明し、第 3 節で作成したプロトタイプシステムの試用実験について報告する。第 4 節で本論文をまとめる。

2 メイクアップアドバイスシステム

2.1 提案システムの概要

提案システムは、形状計測装置の計測データとデジタルカメラの画像を入力として、メイクアップシミュレーション結果と比較アドバイスを返すというものである。図 1 にシステムの概要を示す。同図では、入力は青系、出力は赤系の枠で囲まれている。

まず、非接触式 3 次元形状計測装置で顔を計測し、

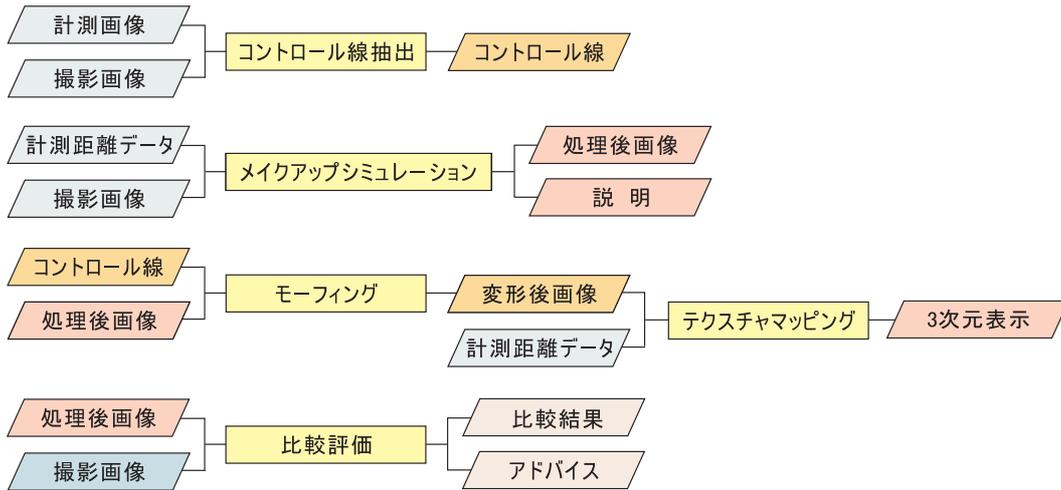


図 2: メイクアップアドバイスシステムにおける各処理

距離データと 2 次元画像を取得する。本研究で使
 用した計測装置で得られる画像は、実際に目にする状
 態とは色が大きく異なり、メイクアップシミュレータ
 には不適切である。そこで、計測装置で得られる画
 像の代わりにデジタルカメラの画像を用いることで、
 色の改善を図る。計測装置で得られた画像（計測画像
 と呼ぶ）とデジタルカメラで撮影した画像（撮影画像
 と呼ぶ）から、モーフィングで使用するコントロール
 線を抽出する。これは、計測画像は距離データと対応
 づけられているが、撮影画像には対応情報がなく、こ
 のままでは距離データへ適切にマッピングできないか
 らである。撮影画像に対し、順次メイクアップシミュ
 レーションを行った結果と、メイクアップテクニック
 の説明を各段階で提示する。さらに、先に抽出した
 コントロール線を用い、メイクアップ処理後の画像を
 モーフィングし、距離データにマッピングしてユーザ
 へ提示する。ユーザはこれらの画面をみながら実際
 にメイクアップを行う。メイクアップを終えたユーザ
 は、自分で行った実際のメイクアップ後の顔をデジタ
 ルカメラで撮影し、システムは、メイクアップ処理を
 行った画像と、実際にユーザが行ったメイクアップ後
 の画像とを比較してアドバイスを返す。

以上の各処理の入出力を図 2 に示す。最初にユー
 ザの顔の計測と撮影を行い、計測距離データ、計測画
 像、撮影画像を入力する。コントロール線抽出、メ
 イクアップシミュレーション、モーフィングとテクス
 チャマッピングという各処理の後、ユーザのメイク
 アップ後画像をシステムへ追加入力し、比較評価処
 理を行う。なお、メイクアップシミュレーションに適
 した計測画像が得られるような計測装置を使用する場

合には、コントロール線抽出、モーフィングの処理は
 不要である。

2.2 3次元顔モデル

顔の形状は、非接触式 3 次元形状計測装置で計測す
 る。本研究で用いる計測装置 InSpeck3D-M では、ハ
 ロゲン光のフリンジパターンをずらして照射した測定
 対象の画像 4 枚から、距離データを算出する。レー
 ザ光を用いる計測方法では、安全面、心理面におい
 て、顔の計測に適さない点もあるが、ハロゲン光は
 直接照射されても失明の危険性がなく、心理面にお
 いても顔の計測に向いている測定方法である。しか
 し、InSpeck3D-M は、約 6, 7 年前に開発されたもの
 で、プロジェクタの明るさが十分でなく、また、カ
 メラの性能もよくないため、計測画像の色は、実際
 的な光量のもとで見る色とは異なり、暗いものであ
 る。これは、色調補正で多少改良できるが、撮影条件
 が等しくても、撮影された本人が納得するような補
 正処理は、各撮影画像において共通ではない。また、
 InSpeck3D-M には、形状計測用とは別の照明でテク
 スチャ計測のみを行うような機能もない。そこで、デ
 ジタルカメラの撮影画像を用いて、色を改善する。

撮影画像は、距離データとの対応付けがされてい
 ないため、計測画像と撮影画像との間でモーフィング
 を行う。現行システムにおいてワーピングに使用する
 コントロール線は、目頭から目尻まで、両端の口角、
 眉間から鼻の下までをそれぞれ結び合計 4 本を手動
 で指定する。コントロール線の取得操作画面例を図
 3 に示す。画面には、計測画像と撮影画像のそれぞ
 れに、取得されたコントロール線と、その指定順序を
 示す数字が表示される。なお、開発過程において眉や顔



図 3: コントロール線の取得画面

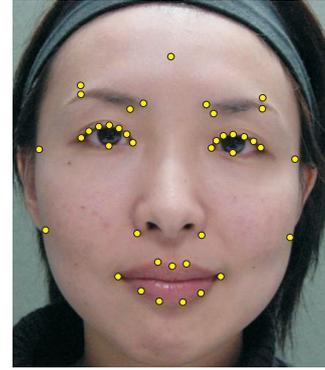


図 5: メイクアップ処理に用いる特徴点



図 4: モーフィングで生成された画像



図 6: メイクアップシミュレーションの画面例

の輪郭などを対応づけるコントロール線を指定したモーフィングも行ったが、現行の4本のコントロール線でモーフィングを行った場合との差異がほとんどみられなかったため、ユーザの利便性から、4本としている。一般的なモーフィングでは、形状と色について、2枚の画像間の任意の中間状態を生成するが、本研究では、形状は計測画像のものを、色は撮影画像のものを生じた画像を生成する。生成された画像例を図4に示す。取得したコントロール線は保存しておき、メイクアップ処理を施した撮影画像を距離データへマッピングするとき用いる。

2.3 メイクアップシミュレーション

本システムのメイクアップ手法は、アイメイク、アイブロウ、リップメイク、チークについては、書籍[11]や雑誌の特集号[12]、化粧品会社が発行しているメイクアップに関する冊子[13, 14]において共通している手法を基本的なメイクアップ手法と判断し、採用する。また、ベースメイクについては、文献[11]で述べられている顔を立体的に見せる方法を採用する。これらを採用したのは、基本的なメイクアップ手法を最初に取り上げるべきであると考えたからであり、採用したメイクアップ手法が、全てのユーザにとって最良であると考えているわけではない。

化粧品の色は、初心者でもわかりやすいように、イ

メージで指定する。イメージは、プリティ、シック、クール、フレッシュ、ナチュラルの5種類を用意する。メイクアップ処理の位置や色を決定するために用いる特徴点として、右目8点、左目8点、右眉4点、左眉4点、小鼻2点、口9点、額1点、右頬2点、左頬2点の合計40点を手動で取得する。図5に特徴点の位置を示す。目の特徴点8点とは、目頭、黒目の中心の上部、目尻と、その間の均等な2点、黒目の中心の下部である。眉は、眉頭上下の2点、眉頭上下2点から眉頭付近の眉の傾きをもつ直線上で目尻上部の2点をとる(図8における点A,B,C,D)。口は、口角2点、上唇のくぼみを形成する3点、下唇は均等に4点をとる。頬の特徴点2点とは、顔の輪郭上で、こめかみと頬骨の下の点である。特徴点は、実際のメ

イクアップテクニックにおいても、メイクアップ位置の目安として使用されている点と、シミュレーションのために必要な点からなる。なお、各イメージで具体的に用いる色と特徴点の配置は、文献 [11, 12, 13, 14] を参考にして定めた。

図 6 に、イメージ指定、特徴点指定、およびメイクアップシミュレーション結果を示すための画面例を示す。ユーザは、最初にイメージを選択する。続いて、特徴点を指定する。特徴点の取り方を説明する別のウィンドウが表示されるので、それに従い、図 6 の顔画像上で特徴点を指定する。特徴点の指定が終わると、同じウィンドウに各段階のメイクアップシミュレーション結果が示され、それと同時に、メイクアップテクニックの説明が別ウィンドウで表示される。

指定されたイメージの色と特徴点を用い、撮影画像に対し、メイクアップシミュレーションが行われる。メイクアップ処理は、ベースメイク、アイメイク、アイブロー、リップメイク、チークという順に撮影画像へ施される。これは、実際のメイクアップ手順を反映した順序である。

ベースメイクは、きめの整ったきれいな肌をつくることを目的として行われる。ベースメイク処理では、ファンデーションとシャドウの処理を行う。まず、全画素の RGB 値を CIE-LAB 値へ変換し、額中央の特徴点の色に近いものとそうでないものとで 2 値化を行い、肌の領域を示すマスク画像を生成する。撮影画像の肌領域に対し、ぼかしをかけ、ファンデーション色を塗る。ぼかしは、対象画素の 8 近傍の画素と、対象画素から上下左右へ 2 画素離れた 4 画素の合計 12 画素を用い、平均値を対象画素の値とすることで行う。ファンデーション色は、額の特徴点の色を用い、透明度をごく高くすることで、不自然に見えないようにする。これらの処理を行うことで、ファンデーションが塗られた肌を表現する。さらに、顔を立体的に見せるために、“かづきの影”[11] と呼ばれている頬の影をいれる。頬の影をいれる位置は、距離データも用いて決定する。図 7 に示すように、まず、顔がまっすぐに正面を向いている状態で、目尻の特徴点 A を通る鉛直線上で頬の最も高いところ、すなわち、距離データが一番手前側となる点 P の位置を算出する。計測距離データにはノイズがのることから、実際には、点 P の候補として抽出した点と近隣点とで、奥行き値の差があらかじめ設定したしきい値を超える場合には、近隣点のうち最も手前側となる点を点 P の候補とすることで、大きなノイズの影響を避けている。

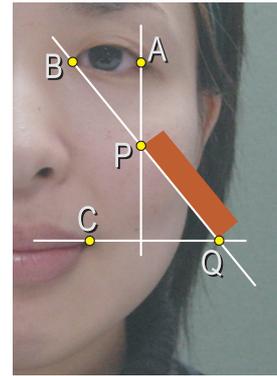


図 7: 頬の影の処理で用いる特徴点と算出点

目頭の特徴点 B と点 P を結ぶ直線と、口角の特徴点 C を通る水平線との交点 Q を求める。点 P と点 Q を結ぶ線分を一边とする長方形の領域内へ茶系の色を塗布する。実際の“かづきの影”では、人差し指程度の幅で影をつけるが、本システムでは、黒目の幅をもとに影をつける領域の幅を決定している。さらに、この長方形をぼかして周囲の色となじませる。

アイメイクは、アイシャドウ、アイライナー、マスカラなどを用いて行うテクニックである。本システムでは、アイシャドウ、アイラインの処理を行っている。システムが示すメイクアップテクニックの説明では、マスカラについても言及しているが、画像からまつげを抽出することや、ビューラーなどを用いてカールさせたまつげの形状のシミュレーションが困難であるため、本システムのメイクアップシミュレーションではマスカラを扱っていない。アイシャドウの色には、5 つのイメージに対応する 5 色を用意し、目から離れるほど薄くなるように、まぶた領域へぼかしをかけて塗る。まぶた領域は、目の上側特徴点と眉頭の下側特徴点から求めている。アイラインは、どのイメージでも黒色とし、目の上側特徴点をもとに、目の際に描く処理を行っている。

アイブローメイクは、眉毛におこなうメイクアップであり、必要に応じて余分な眉毛をカットしたり抜いたりした後、アイブローペンシルやブラシなどで眉をかく。文献 [11] でよいとされている眉の形は、次のように眉頭、眉山、眉尻をとる。眉頭は目頭の真上から顔の内側 1cm くらいまでの間の位置にとり、眉山は黒目の外側から、目尻の間の位置で、毛の流れの変わるところとする。また、眉尻は小鼻と目尻をつないだ直線上で、眉頭より上にとる。このような眉の形を実現するため、本システムでは、図 8 に示すように眉山と眉尻を決定する。同図において、点 A から点 I は抽出された特徴点である。小鼻の特徴点 I と目尻

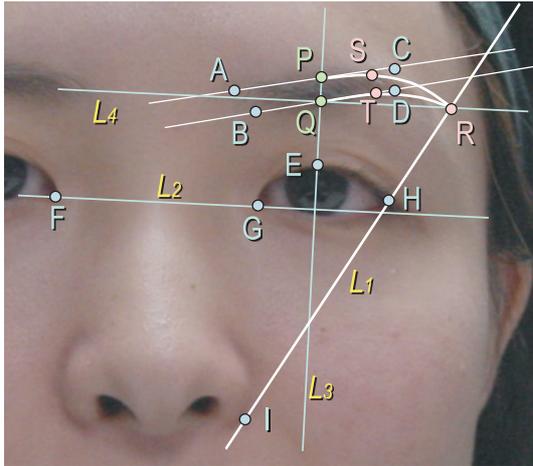


図 8: アイブロウ処理で用いる特徴点と算出点

の特徴点 H とを結ぶ直線 L_1 をひく。黒目中心上部の特徴点 E から、目頭 2 点 F, G を通る直線 L_2 と垂直な直線 L_3 をひく。眉頭の特徴点 A, B と、眉頭付近の眉の傾きをもつ直線上で目尻上部の特徴点 C, D とをそれぞれ結んだ直線 \overline{AC} , \overline{BD} と、直線 L_3 との交点 P, Q を求める。点 Q から直線 L_2 に平行な直線 L_4 をひき、直線 L_1 との交点 R を求める。点 R が目尻となる。点 P, C, R を制御点とする 2 次ベジエ曲線、および、点 Q, D, R を制御点とする 2 次ベジエ曲線を求め、曲線上の最も高い点をそれぞれ眉山の点 S, T とする。眉は、上端は点 A, P, S, R を、下端は点 B, Q, T, R を滑らかにつないだ形状とする。ただし、点 A が目頭よりも顔の外側に位置している場合には、直線 \overline{AC} と目頭を通る鉛直線との交点を点 A として眉の上端に用いる。また、目頭からの水平方向の距離が、両目頭点 F, G 間の長さの 1/4 以上ある場合、眉頭が顔の内側に寄りすぎているとみなし、目頭から目頭間の 1/4 内側を通る鉛直線と直線 \overline{AC} との交点を点 A として眉の上端に用いる。点 B については (更新後の) 点 A を通る鉛直線と、直線 \overline{AB} のなす角が 0° 以上 45° 以下でない場合、直線 \overline{BD} 上で、点 B から最近で、その角度内におさまる点を眉の下端に用いる。なお、本システムでは、点 A, C, R, Q, B を頂点とする多角形領域にファンデーション色の塗布を行い、もとの眉毛を消してから、グレー系の色で眉を描いている。

リップメイクは、口紅、グロス、リップペンシルなどを用いて唇へ施すメイクアップである。本システムでは、口紅、グロスの処理を行っている。口紅の色は、5 つのイメージに対応する 5 色を用意し、唇の特徴点で囲まれた領域へ塗る。その上から口紅の色に近く、透明度の高い色を、唇の中心から外側に向けて



図 9: メイクアップ処理画像の 3 次元表示

ばかすことで、グロスを塗った唇を表現している。

チークとは、頬に施すメイクアップのことである。本システムでは、チークの色は、5 つのイメージに対応する 5 色を用意する。小鼻の特徴点とこめかみの特徴点とを結んだ直線と、口角の特徴点と頬骨下の特徴点とを結んだ直線で囲まれる範囲内で、顔の端から、目の中心と目尻との中点までの領域へチーク色を塗る。

以上のように、取得した特徴点と計測距離データを用いて、メイクアップシミュレーションを行う。メイクアップ処理された画像は、保存してあったコントロール線を用い、モーフィングされる。モーフィング後の画像を距離データへテクスチャマッピングして表示することで、任意の方向からメイクアップ処理後の顔を見ることができる。図 9 に、クールイメージでメイクアップ処理を行った例を示す。なお、メイクアップ処理の位置決定の際に、頬の影以外は、計測距離データを用いていないが、これは、参考にした文献での記述が、正面顔を 2 次元でとらえて説明しているものがほとんどだからである。

2.4 メイクアップテクニックの説明

メイクアップ処理の各段階において、画像と並行して、メイクアップテクニックをテキストと図で説明する。テキストと図は、文献 [11, 12, 13, 14] を参考に、どのユーザに対しても、イメージごとに共通のものを用いている。図 10 にリップメイクの説明ウィンドウを示す。ユーザは、メイクアップ処理画像とテクニックの説明を見ながら、実際に自分の顔をメイクアップする。

2.5 比較とアドバイス

メイクアップテクニックの説明を参考にするだけでは、自分のメイクアップが説明通りにできているかどうか、わからない場合が多い。そこで、ユーザが実際に自分でメイクアップを行った顔を撮影した画像



図 10: メイクアップテクニクの説明画面例

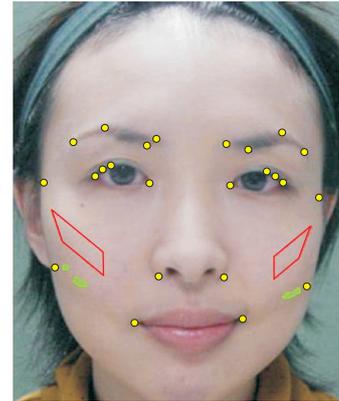


図 11: 比較に用いる特徴点とチーク領域

と、システムによるメイクアップ処理画像とで、アイブローとチークの比較を行い、アドバイスを表示する。アドバイス対象としてアイブローとチークを選んだのは、左右で揃える必要があること、図で示しても位置がわかりづらいことに加え、これらのメイクアップを難しいと感じている人が多いからである。

比較のために、実際のメイクアップ顔の撮影画像について、右目 4 点、左目 4 点、右眉 4 点、左眉 4 点、小鼻 2 点、口角 2 点、右頬 2 点、左頬 2 点の合計 24 点を手動で取得する。取得する点は、図 11 において黄色で示されている。目の特徴点は、目頭、目尻、黒目の端、目尻と黒目の端の midpoint の 4 点である。眉は、ユーザの描いた眉の眉頭上下、眉山の上部、眉尻の 4 点をとる。頬は、メイクアップシミュレーションでの頬の特徴点と同様に、顔の輪郭上で、こめかみと頬骨の下の 2 点をとる。比較のための特徴点数が、メイクアップ処理のための特徴点数よりも少ないのは、アイブローとチークの比較のみを行うからであり、この 24 点は、上述のように、メイクアップシミュレーションのための特徴点と共通のものとそうでないものがある。こめかみと頬骨下の特徴点は、メイクアップ前の撮影画像とメイクアップ顔の撮影画像の両方で取得するため、それらを用いて画像の回転と拡大縮小を行い、顔の方向や大きさをそろえる。この処理により、カメラのレンズに平行な方向の回転と大きさは調整されるが、奥行き方向への回転には対応できない。なるべく調整する必要がないように、メイクアップ前後の撮影画像は、カメラの諸設定、照明条件、ユーザの位置と向きを固定して行うことが望ましい。

アイブローのアドバイスは、眉頭、眉山、眉尻の位置を比較して行う。メイクアップ処理画像では、図 8 における点 A, B, S, R を用いる。ユーザのメイクアップ画像では、ユーザの描いた眉に基づき、眉頭の上

下、眉山上、眉尻の点を取得し、比較に用いる。これらの 4 点の位置に加え、目頭や目尻などの点も用いて、眉頭、眉山、眉尻それぞれの内外位置、上下位置をルールと照らし合わせ、あらかじめ登録してあるコメントから選択し、アドバイスをテキストで返す。

現行システムでは、各位置についての判定は、内側に寄っている場合、適切な範囲内に収まっている場合、外側に離れている場合、という 3 段階で行っている。登録してあるコメントは、眉頭、眉山、眉尻で、それぞれ具体的な表現は若干異なるが、意味としては、適切な範囲内にある場合には、よい位置に描かれていることを伝えるコメント、範囲外の場合には、範囲内に入るように修正を促すコメントである。3 段階の判定は以下のように行う。眉頭の X 座標（内外位置）は、眉頭上部の点と目頭から内側へ、両目頭間の距離の 1/4 以内にあるかどうかを判定する。眉頭の Y 座標（上下位置）は、眉頭上部の点とシミュレーションでの対応点との距離、眉頭下部の点とシミュレーションでの対応点との距離について、それぞれ一定範囲内にあるかどうかを判定する。このしきい値は、シミュレーション時の眉頭下部と目頭間の距離の 1/3 としている。眉山の X 座標は、黒目の外側の端から目尻までにあるかどうかで判定する。眉山の Y 座標は、シミュレーションでの対応点との距離で判定する。眉尻の X 座標、Y 座標については、目尻付近の 3 特徴点との各距離をもとに判定する。

チークのアドバイスは、シミュレーションにおけるチーク領域と、ユーザが実際に行ったチークの濃い位置との比較により行う。図 11 において、赤い枠内は、メイクアップシミュレーションで濃いチークとして処理した領域を撮影画像用に変形して示している。また、メイクアップ顔の撮影画像上で、シミュレーションで用いたチーク色（ぼかしをかけていない値）か

表 1: 実験後に実施したアンケート項目と回答

質問	肯定	やや肯定	どちらでもない	やや否定	否定
シミュレーション結果は理想的でしたか	0	7	2	1	0
シミュレーション結果は参考になりましたか	3	6	1	0	0
テクニックの説明画面は参考になりましたか	9	1	0	0	0
3次元表示は参考になりましたか	1	4	4	1	0
実際に行ったメイクアップは理想のイメージ通りになりましたか	4	4	0	1	0
メイクアップ後の画像に対するアドバイスによって、メイクアップが上達できると思いますか	8	2	0	0	0

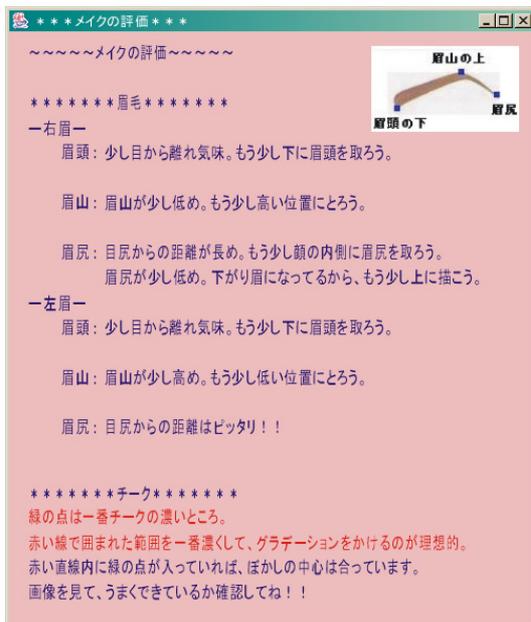


図 12: テキストと図を用いたアドバイス画面例

ら、あらかじめ定めたとしきい値内にある色の座標を緑色で示している。チーク色との比較を行う領域は、メイクアップ顔の撮影画像において、こめかみ、頬骨下、口角、小鼻、小鼻と目頭の中点の5点で囲まれる領域としている。チークに関するコメントは一定である。赤い枠線内を濃くして周囲をぼかすのが理想的なチークであり、赤い枠線と緑色のずれ具合を確認し、枠線内にチークの濃い部分がくるように塗ることを促すコメントが、常に提示される。

図 11, 12 は、比較評価後にシステムが提示するアドバイス画面例である。比較用特徴点を取った画面へ、チークの比較結果が表示される。また、コメントは、眉とチークの双方について、一つのウィンドウ内に提示される。

アイブローとチークの両方のアドバイスにおいて、絶対的な色に関するアドバイスは行っていない。色に

関するアドバイスを行うには、実際に用いる化粧品やメイクアップ顔の撮影条件を厳しく限定しなくてはならず、それは現実的でないと判断したからである。

3 試用実験の結果と考察

第 2 節で提案したメイクアップアドバイスシステムの有効性を検証するため、20 代女性 10 名を対象に、プロトタイプシステムの試用実験を行った。3次元顔データの取得には、非接触式 3次元形状計測装置 InSpeck3D-M を用いた。デジタルカメラは、Cybershot DSC-s50 を使用した。ユーザが実際に使用する化粧品は、それぞれのイメージで指定されている色に近いものとした。被験者は、なりたたいイメージを一つ選び、アドバイス画面を見ながら実際にメイクアップを行った。なお、メイクアップ処理や比較に使用する特徴点は、点の取り方によってはユーザへの出力が不適切になるので、システム開発者が取得した。

実験後に実施したアンケートの結果を表 1 に示す。システムのメイクアップ処理画像に関して、9 名 (90%) からメイクアップを行う上で一般的に参考になったという回答を得た。しかし、システムが行うアイメイク処理が理想的でないという回答もあった。この原因は、目の際を示す特徴点が適切に取得されなかった場合、アイラインやアイシャドウが不自然になることがあることがあげられる。また、プロトタイプシステムでは、二重まぶたに対応できていないため、二重まぶたへアイシャドウ処理を施すと、はれぼったい印象を与えるためであると考えられる。

3次元表示に関しては、半数の被験者がメイクアップの参考になったと回答した。肯定的回答をした被験者は、横顔を確認できることや、自分の顔を客観的に見られることを利点としてあげていた。3次元表示の評価が予想したより悪かったが、これは、使用した計測装置では、計測方式の関係で黒色の対象物を計測できないため、まつ毛や黒目などの表現が不十分

であったこと、モーフィングによって作成された画像が、完全に正確には距離データにマッピングできなかったことが原因と考えられる。この点に関しては、イメージベースの立体構造取得システムを用いれば、まつ毛や黒目の形状取得や、モーフィングの問題が解消されると考えられる。しかし、これらの問題が解決した場合にも、鏡で見ているように左右を反転させた表示のほか、チークを確認するための適切な視線方向の提示など、実際にメイクアップする状況をさらに調査分析し、より適切にメイクアップ処理された顔を表示するための改善が必要である。

自分の顔へのメイクアップ後に比較アドバイスを受けることについては、全員からメイクアップが上達すると予想される、という回答を得た。アドバイスされた内容が不適切であるという指摘はなかったが、実は、システムが、頬の陰をチークとみなしてアドバイスを提示していた実験例が一つあった。そのため、メイクアップ顔の撮影画像におけるチーク領域の抽出方法を改良する必要がある。

今回の試用実験では、どの被験者も1度使用しただけであり、説明文が共通であることを不適切とする指摘はなかった。しかしながら、顔の個人差やもとのメイクアップ経験などもふまえて、ユーザごとに適した説明文を提示することが望ましい。

4 おわりに

本論文では、メイクアップ技能の上達を目的とするメイクアップアドバイスシステムを提案した。提案システムは、メイクアップ処理結果の画像とメイクアップテクニックの説明を各段階において提示し、それを見ながらユーザは自分の顔へメイクアップを行う。これは、技能の習得における観察と模倣に対応する。続いて、ユーザが実際に自分の顔へ行ったメイクアップに対して評価を行い、アドバイスを返す。アドバイス機能は、既存のメイクアップシミュレータでは提供されていない機能である。プロトタイプシステムの試用実験では、肯定的評価を得ることができ、不十分な点があるものの、提案システムの有効性が確認された。今回は、利用可能な機器の都合上、レンジスキャナを用いて形状計測を行ったが、提案システムにおいて、ユーザの行ったメイクアップの評価とアドバイス提示については、計測機器によらず、有用である。

今後の課題として、第一にインタフェースの改良があげられる。現在のような特徴点の手動取得はユーザにとってかなりの負担であり、文献 [15] のように、顔の特徴点を自動取得する必要がある。また、メイ

クアップ処理された顔の表示に関する改良や、実装したメイクアップ処理が実際のメイクアップテクニックに適切に対応した処理になっているかどうかの検証が必要である。

謝辞

実験にご協力いただいた和歌山大学システム工学部の方々に感謝する。

参考文献

- [1] 大坊郁夫: 21世紀の香粧品科学を展望する コミュニケーションとしての化粧, FRAGRANCE JOURNAL, Vol. 26, No. 9, pp. 57-61, 1998.
- [2] 山崎和広: 最近のメイクアップシミュレーション機器の現状と課題, FRAGRANCE JOURNAL, Vol. 18, No. 12, pp. 63-68, 1990.
- [3] 資生堂: 資生堂ホームページニュースリリース, www.shiseido.co.jp/s9810new/html/new98072.htm, 1998.
- [4] デジタルファッション: メイクアップシミュレータ, www.dressingsim.com/new/product/make_up/, 2002.
- [5] 加藤誠巳, 大西啓介, 平井哲: 三次元コンピュータグラフィックスを用いたメーキャップ・システムに関する基礎検討, 第41回情報処全大, 2J-12, 1990.
- [6] 加藤誠巳, 大西啓介: 感性を考慮したメイクアップ支援システムに関する基礎検討, 第44回情報処全大, 2N-5, 1992.
- [7] 市川知弥, 岩田智裕, 佐藤幸男: 化粧学習支援システムのための化粧シミュレータ開発, 信学総大, D-12-145, 2002.
- [8] 市川知弥, 岩田智裕, 佐藤幸男, 小川雅久: 化粧学習シミュレータの開発, 第8回画像センシングシンポジウム (SSII 2002) 講演論文集, pp. 331-336, 2002.
- [9] 津村徳道, 小島伸俊, 佐藤加代子, 三宅洋一: 独立成分分析を用いた肌の実画像の解析と合成法, Visual ComputingグラフィックスとCAD 合同シンポジウム 2003 予稿集, pp. 117-120, 2003.
- [10] N. Tsumura, N. Ojima, K. Sato, M. Shiraishi, H. Shimizu, H. Nabeshima, S. Akazaki, K. Hori, and Y. Miyake: Image-Based Skin Color and Texture Analysis/Synthesis by Extracting Hemoglobin and Melanin Information in the Skin, ACM Transactions on Graphics, Vol. 22, No. 3, pp. 770-779, 2003.
- [11] かづきれいこ: <私>を変えるメイク革命, 幻冬舎出版, 2001.
- [12] オレンジページムックきれいになりたい特別編集メイクの本, オレンジページ, 1997.
- [13] MAKE UP TECHNIQUE PLAN なりたい印象にチェンジする顔立ちメイク, 資生堂, 2003.
- [14] ポーテの秘密 - あなたをきれいにする 236 のレシピ-, クラブ・クレアターポーテ・ジャパン株式会社, 2000.
- [15] 中村公謙, 子安武彦, 市川知弥, 天野敏之, 佐藤幸男: NCFを用いた標準顔パッチモデルの顔形状データへの当てはめ, 画像の認識・理解シンポジウム (MIRU 2002) 論文集, pp. II-409-414, 2002.