

電腦化粧鏡

—メイクアップを効果的に支援するための電子的な鏡台—

岩渕絵里子[†] 椎尾 一郎[‡]

[†] お茶の水女子大学大学院 人間文化創成科学研究科 理学専攻

[‡] お茶の水女子大学 理学部 情報科学科

要 旨

毎日のメイクアップが楽に楽しくでき、楽しみながら行っているうちに満足のいく仕上がりになるような電子的な鏡台を提案し、試作を行ったので報告する。本システムは、コンピュータのディスプレイ上部にHD 解像度のカメラを設置し、鏡像反転させたカメラ映像をディスプレイに表示することで、電子的な化粧鏡を実現する。本システムに、(1) カメラの映像がメイク箇所へ自動的にズームし、鏡に近づかず自然な体勢のままメイクアップができる、(2) 他人から見た自分や、様々な角度から見た自分の確認をする、(3) 照明変化のシミュレーションをすることで、ライフスタイルにあわせたメイクアップができ、メイクアップの仕上がりが良くなるなどの機能を実装した。

Smart Makeup Mirror : Computer Augmented Mirror to Aid Makeup Application

Eriko Iwabuchi[†] Itiro Sii[‡]

[†]Department of Computer Science, Graduate School of Humanities and Sciences, Ochanomizu University

[‡]Department of Information Sciences, Ochanomizu University

Abstract

In this paper, we present the system that aids people in wearing makeup easily and make the process enjoyable. The proposed system is the “ Smart Makeup Mirror ” device, which is an electronic dressing table that facilitates the process of makeup application. In this system, we place a high-resolution camera on top of a computer display. We developed some functions such as “ Automatic zoom to a specific part of the face ”, “ Display our face from various angles ”, and “ Simulation of the lighting conditions ”. People who use this device for applying makeup will obtain highly satisfactory results, while also enjoying the process.

1 はじめに

現代の成人女性の大半は、人前に出る際にメイクアップをしている。しかし、毎朝のメイクアップを面

倒に感じている女性は多い。化粧品メーカー「コーセー」が、首都圏に住む 16-64 歳の女性 650 人を対象に毎年実施している調査によると、「化粧をするのは面倒」は、1999 年度の 51.4%から年々増え、2003 年度には 63.5%になり、30 代は 7 割以上が「面倒」派であるという結果が出ている¹。メイクアップに関する本や雑誌などからも、多くの女性がメイクアップの方法や、自らのテクニックに関して何らかの悩みを抱えていることが窺える。これらのことから、毎日のメイクアップが少しでも楽に、少しでも楽しくでき、楽しみながら行っているうちに、満足のいく仕上がりになるようなツールが求められていると考えられる。

メイクアップに関する研究は、シミュレーションを中心に行われており [1][2]、現在では化粧品選びなどを目的に、デパートや百貨店の化粧品カウンターで一般に利用されるまでにいたっている²。しかし、シミュレーションは毎朝行うことではなく、日々の面倒なメイクアップを支援してくれるものではない。そこで本研究では、毎日行うメイクアップに使用する道具として使いやすい鏡の実現を目指した。

また、満足のいくメイクアップをするためには、「自分の顔を知る」ことが重要であると、多数のメイクアップアーティストが述べている [3][4]。自分の顔を知ることで、自分に合うメイクアップに変化し、それぞれの個性を発揮できるのである。

そこで本研究では、普段鏡に向かっていただけでは気づかないような自分の顔の良いところ・悪いところをより簡単に発見できるように、普段とは違った視点で自分の顔を見つめるきっかけを与えるような機能を実装した。

2 電腦化粧鏡の概要

図 1 に、本研究で開発した電腦化粧鏡を使用してメイクアップをしている様子を示す。本システムでは、コンピュータのディスプレイ上部に高解像度のカメラ (IEEE-1394b 接続, 1624x1224 ピクセル)³を設置する。カメラの映像は、鏡と同じになるよう左右反転させて表示し、ユーザはその映像を見ながらメイクを行う。カメラ映像を鏡のように使用し、



図 1: 本システムを使用してメイクアップを行っている様子

顔を表示している研究には、[1][5] などがあるが、本システムでは実用的なメイクアップを可能にするため、高解像度のカメラを使用した。後述する機能を実装するため、カメラ映像の画像処理を行った。この画像処理を高速に行う目的で低解像度のカメラ (320 × 240 ピクセル)⁴ を設置した。

3 予備実験

鏡を使ったメイクと本システムによるメイクでは、以下のような違いがあり、それがメイク作業に与える影響を確認する必要があった。すなわち、本システムではディスプレイの上部にカメラを設置し、そのカメラの映像を見ながらメイクするので鏡を使用したときと視線が異なり、視線が一致しない。また、鏡と違い、カメラの解像度には上限がある。そこで、本システムの初期段階の試作機を用いて実際にメイクを行い、鏡との違いがメイク作業に与える影響を調査した。

視線の不一致に関しては、以下のような観点も考慮できる。プロのメイクアップアーティストがモデルのメイクを行う際には、モデルの右側に立ち、目

¹二極化する“化粧観”<http://www.yomiuri.co.jp/komachi/news/20040722sw42.htm>

²資生堂 リアルタイムメーキャップシミュレーター

³Point Grey Research 社 Grasshopper GRAS-50S5C-C

⁴Logitech 社 QuickCam Pro 4000 Digital Video Camera V-UJ16

線を下げ、モデルを覗き込むようにしてメイクをする。そして、全体のバランスは鏡越しに見たほうが正確なので、たまに鏡でバランスを確認する。本システムでは、メイクアップアーティストがモデルをメイクするときと同じように、上から覗き込んでような映像が得られる。従来の CSCW の課題と異なり、視線が一致することは重要ではなく、むしろ一致せずに、他者からの目線で見ること、客観的な判断が可能になることも期待できる。しかし、我々は普段、鏡を使用してメイクをしている。鏡とは違った目線でも、本当にメイクは可能であるかを確認する必要がある。

そこで、高解像度のカメラをディスプレイ上部に固定し、カメラの映像は左右反転させてディスプレイに表示し、その映像を見ながらメイクアップを行った。このときのカメラ映像の表示スピードは 30fps であった。

メイクアップ結果の写真を図 2 に示す。上段は普段どおり鏡を見てメイクをしたとき、下段がカメラの映像を見ながらメイクをしたときである。鏡を使用してメイクをしたときと、あまり変わらなくメイクができていた。メイクはできたが、実際のメイクアップ過程に関して、以下のような感想を得た。

- カメラの映像を見ながらメイクをすると、上下・前後の距離感覚は少しずれるが、メイクは可能であった。
- カメラ映像が上からの映像なので、上まぶた周辺のアイメイクは、実際に化粧品をつける部分が見やすくなり、普段よりやりやすかった。
- 反対に、下まぶた周辺のアイメイクは、メイク箇所が見えづらいため、やりにくかった。
- 口元のメイクは、鏡を使用するときと、あまり差異を感じなかった。
- 目線が下を向いている映像しか見られなかったため、真正面から見た顔を確認する方法が欲しい。

また、普段のメイクアップでは、鏡に近づき細部を確認することがあるが、カメラ画像をディスプレイに表示しただけの映像では、カメラに近づくと、ピントが合わずにぼけてしまい、細部までは確認することができなかった。そこで、画像を拡大して表示させたところ、細部まで確認することが可能であり、



図 2: 上：鏡を見ながらメイクした結果 下：カメラの映像を見ながらメイクした結果

カメラの解像度も十分であった。以上のことから、カメラ映像を見ながらメイクアップが可能であるといえる。また、この実験により、正面顔の確認や、映像の拡大表示など、本システムに必要な機能も確認できた。

次章では、本実験結果やメイクアップアーティストの意見を元に、本システムに実装した機能を紹介していく。

4 メイクアップ支援機能

4.1 メイク箇所への自動ズーム

プロのメイクアップアーティストは、「拡大される鏡があるとメイクアップの確認がより厳密に行える」として、メイクアップを行う際に少なくとも 1 枚の拡大鏡を使用することを薦めている [6]。また、「鏡との距離が近すぎると細部にこだわりすぎてつい厚化粧になりがちであるため、少し離れた大きめの鏡でメイク中にチェックして見るようにすると、客観的な目線で見ることができ、バランスの良い仕上がりに」として、大小 2 つの鏡を用意してメイクするようアドバイスしている。本システムには、メイクアップの仕上がりが向上するよう、顔全体を表示する鏡機能に加えて、細部を表示する拡大鏡機能を実装した。また、簡単に 2 つの鏡機能を使用できるよう、メイク作業にあわせて自動的に切り替わるようにした。

メイクアップは顔全体にファンデーションを塗布するベースメイクと目元や口元などの顔パーツに化

粧料を塗布するポイントメイクに分類される。ポイントメイクをする際、メイク箇所ができるだけはっきり見えるよう、鏡に顔を近づけてメイクをする。ポイントメイクを支援するためには、メイク作業の妨げにならない自然な操作でメイク箇所にパン、ズームできる機能が必要である。ところで、目元や口元のポイントメイクの作業では、メイクブラシなどの道具を使用して行うことが多い。本システムでは、カラーマーカをつけたメイク道具を使用し、カメラが目元付近でマーカを認識すると、カメラの映像を目元のズーム映像に切り替え、ディスプレイに拡大映像を表示する機能を実装した。このようにして、鏡に近づくことなくメイク箇所へ自動的にズームさせることができる。

このとき、高解像度のカメラの画像を使用してマーカの認識、目元口元の場所認識処理を行うと、データ量が大きいので、処理に時間がかかりスムーズな動作を実現できない。そこで、高解像度のカメラのほかに、低解像度のカメラを設置し、このカメラの映像を画像処理に利用した。低解像度のカメラが目元でマーカを認識すると、高解像度のカメラの映像が目元のズーム映像に切り替わり、マーカが目元付近で認識されなくなると、高解像度のカメラの映像は顔全体の映像に切り替わる。

4.2 直感的なズーム切り替え

ポイントメイク中にメイク箇所へ自動ズームする機能を持つと上に述べたが、販売されている拡大鏡の倍率は様々であり、人によって求める倍率も異なるだろう。また、前述の自動ズームの倍率では、まっげ一本一本のような細部までは確認することが困難であった。そこで本システムでは様々な倍率で拡大できるようにした。ディスプレイにズーム映像を表示しているときに、ディスプレイに少し近づくとさらに拡大率が大きくなる。反対にディスプレイから遠ざかると、拡大率が小さくなる。体の位置を変えることで、好みの倍率でズーム映像を表示する。これにより、大きく、はっきりと見たいから鏡に近づくとという自然な操作で、ズームの拡大率の切り替えができる。また拡大率をさらに大きくすることで、前述の予備実験で明らかとなった、固定カメラの映像ではメイク箇所を細部まで確認できないという欠点も改善された。

画像処理によるカメラ～顔間の距離計測では、安

定した値が得られずに拡大率が頻繁に変化してしまった。そこで、カメラ～顔間の距離計測には、赤外線距離センサ⁵を使用した。ディスプレイ上部の枠に取り付けた距離センサは、マイコン⁶により制御・距離計測をし、計測した値をシリアル通信によってプログラムに送信している。

4.3 リバーサルミラー

普通の鏡では、映し出された像は左右反転しており、人から見られた顔とは左右違う。そこで、左右が反転している像を元に戻して、本当の自分を映し出すことができるリバーサルミラーと呼ばれる鏡がある。ヘアスタイルや、眉の形、目、唇、ほくろの位置などは左右反転してみるとかなり印象が変わって見える。プロは、リバーサルミラーを使用して、他人の視線から見たときの自分を確認することを勧めている [6]。普段見慣れている顔の自分だけでなく、他人から見た自分といういつもの違った視点で顔を観察することで、より自分の顔を知ることができると思われる。

そこで本システムでも、カメラの映像をそのまま表示することで、リバーサルミラーと同じ映像を得る機能を実装した。左右反対ではメイクアップは行いつらいので、通常は左右反転した普通の鏡と同じ映像を表示する。メイク完了後、簡単にリバーサルミラーの映像に切り替えることができ、他人から見た自分を確認できる。

4.4 横顔確認

普段の生活では、正面からだけではなく、横や斜め、下からも顔を見られるので、様々な角度からの映像も確認したい [7]。そこで、静止画を撮影し表示することで、様々な角度の顔を確認できるようにした。普通の鏡一枚では確認できない横顔や後姿の確認も可能となる。鏡で見られない角度の顔を見ることで、これまで気づかなかった自分の顔の特徴を発見することができるかもしれない。

また、予備実験でメイクアップをした感想の中に、メイクアップ中に真正面から見た顔を確認する方法が欲しいというものがあった。この機能を使い、カメラのほうを見て静止画を撮影することで、正面を

⁵SHARP 社 GP2Y0A21

⁶ATMEL 社 ATmega8

向いている顔を確認することができるようになった。

4.5 照明モード

普段メイクアップを行うとき、細部を見るためにメイクアップはできるだけ明るいところで行われるのが普通である。また、美容部員になるための専門学校では、「蛍光灯などの光の下では本来の色が見えないので、メイクアップをするときは自然光の下で行う」よう教えている。しかし、日中に自然光の中で見たときと出先の居酒屋やパーティなどの照明下で見たときでは、女性のメイクの見え方は異なる。

ライフスタイルに合わせたメイクをすることは大切で、シーンに合わせたメイクのためのライト付き化粧鏡⁷も発売されている。これは、5色のLEDで構成された10個のライトがメイクアップに最適な明かりをつくりだし、5種類のモードと好みの明るさを選択可能な化粧鏡である。5種類のモードはそれぞれ、オフィスライトモード（オフィス、ショッピングモールなど）・曇り（自然光）モード（野外、アウトドア、スポーツ観戦など）・晴れ（自然光）モード（ウインドウショッピング、スポーツなど）・サンセットモード（ダイニング&バー飲み会など）・キャンドル（ナイト）モード（パーティ、クラブ、劇場など）である。

本システムでも、ライフスタイルに合わせたメイクアップができるよう、カメラのホワイトバランスを変更することで照明の種類を切り替えるようにした。照明の種類は、上記製品と同様の、オフィスモード・曇りモード・晴れモード・サンセットモード・キャンドルモードに、本来の色が見える晴れモードと同じホワイトバランスでさらに明るいメイクアップモードを加え、6種類とした（図3）。

4.6 ログ機能

新しい化粧品を購入したり、メイク方法を変えたりするとき、新しく買った化粧品は今まで使用していたものとどこが違うのか、色や光の具合（パール・ラメ）などはどのようなタイプが自分に合っているのか、判断することは難しい。同様に、メイクアップの方法を変えたときも、それが今までとどのように違うのかを判断することは難しい。今までその比較判断をするには、自分の記憶の中の顔と比較して



図 3: 照明モードの違いによる顔の見え方の変化

いた。しかしこの比較は正確とは言えない。もし正確に行おうとすると、写真を撮影して比較したり、左右でメイクを変えて比較したりするなど、面倒な手順を踏まなければならないだろう。また、鏡で自分の顔を観察しようとしても、鏡で顔を見るときはすでに鏡用に表情を作っている⁸ので、普段の表情を観察することは困難であり、自分の顔は意外と客観的に見られないと言われている。しかし、自分の顔を知るためには、自分の顔を客観的に見るのが大切である。

本システムでは、メイク完了後に顔を撮影して記録できるようにした。現在表示されている画像を簡単に指定フォルダに日付、時間名で保存できる。メイクアップを終えたら、そのままの場所で顔写真を撮影し、保存する。毎回同じ環境下で撮影した顔を保存していくことで、より正確な比較判断が期待できる。また、撮影時にディスプレイ内の自分の顔を見ていると、下を向いている顔をしか撮影できない。そのため、撮影時には自然とカメラのほうを見ることになり、ディスプレイに映っている自分の顔は見えない。その結果、鏡用に作った表情ではない顔を撮影することができるようになった。

⁷インストール株式会社「ミロワール・ラボ」

⁸<http://www.a-n-to.com/>

4.7 非接触オペレーション

メイクアップ中、化粧品を混ぜたり、指で化粧品をつけたり、色をぼかしたり、失敗した部分をこすったりして、手指はどんどん汚れていく。このように化粧品がついた手で、物に触れたくはない。そこでメイクアップ中、前述した全機能の操作を非接触で行いたい。ポイントメイク中のメイク箇所への自動ズーム、ズーム切り替えは、カラーマーカ（化粧道具）と距離センサ（体の位置）を利用することで、非接触で行っている。さらにリバーサルミラー、静止画撮影、照明モード、保存機能も非接触で操作できるように、ディスプレイの右側の枠に4つの近接センサ⁹を取り付けた。機能の切り替えは、近接センサに手を近づけることで操作する。近接センサは距離センサと同様にマイコンで制御し、シリアル通信でプログラムに値を送信している。

5 ユーザテスト

5.1 開発者

本システムを使用して開発者が実際に自身の顔にメイクアップをした。化粧をまったくしていない状態から始め、メイクアップを終えて髪を整えるまでの様子を図4に示す。個々のメイク部位に関する感想として、

- 下まぶたのアイラインはひきやすいが、上まぶたのアイラインは少しひきにくい。
- マスカラはブラシ付近にマーカをつけられないので、マーカの場所を検討する必要がある。
- マスカラ液の入っている入れ物側の上部にマーカをつけ、そのマーカ部を口元に持っていくと塗りやすくなる。
- チークブラシやシャドウブラシなど、全体のバランスを見ながら使用する道具にはマーカはつけないなど、道具によって使い分ける必要がある。

などがあつた。予備実験の結果と上下のアイラインのひきにくさが逆であつた。この原因については後述する。ユーザテストの結果から、ズーム切り替えの倍率や、ズームを切り替えるタイミング、メイク

⁹OMRON 社 EE-SB5VC

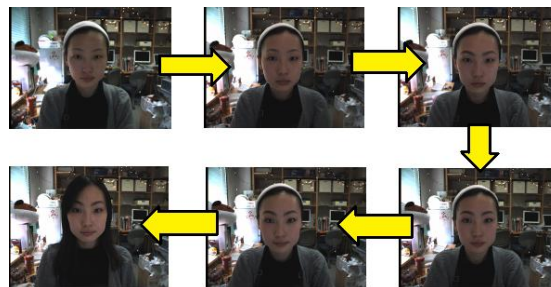


図 4: 本システムを使用してメイクアップをしながら、静止画を撮影した様子

ブラシにマーカを貼る位置など、より使いやすいように改善した。

5.2 一般女性

開発者のユーザーテストの結果をふまえ改良した後、女子大学生2人(23歳, 25歳)に、本システムを使用してメイク直しをしてもらった様子を図5に示す。実際に行ってもらったメイクは、アイシャドウ、アイライン、アイブロウ、ビューラー、マスカラ、リップ、チーク、ハイライトである。ユーザテストの結果、以下のような意見を得た。

- 思いのほか使いやすかった・意外といい
- 鏡より、しみ・くすみが見えて嫌
- マーカ認識による自動ズームはとても良い
- 自動ズームで拡大画像に切り替わったときに、メイク箇所を見失うことがある
- リバーサルミラー機能での、他人から見た自分の確認は今後の参考になる
- 照明モードを切り替えられることは、とても良い
- 目線が合ったほうが使いやすいのではないかなどである。

目線に関する意見は他にも、

- 下まぶたのアイラインはやりやすいが、上まぶたのアイラインはやりにくい
- 目に近い箇所にひくアイラインは難しいが、目から少し離れた箇所に塗るアイシャドウは塗りやすい

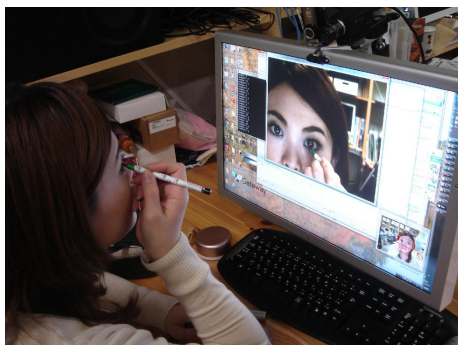


図 5: 本システムを使用してメイク直しをしている様子



- ビューラーで上のまぶたをはさもうとすると、上下の感覚がずれるため難しい

などがあった。

ユーザテストの結果を考慮して改良を加えたので、次章で述べる。

6 表示位置の調整機能

ユーザの目線に関する意見はいくつかあったが、どれも目元メイクの過程に関する意見に集中していた。そこで目元メイク時の目線の様子を詳細に観察した。図 6 のように、普段鏡を使用して上まぶたにアイラインを引くときは、上まぶたの際が良く見えるように、顔を上に向け上まぶたを引っ張りながら、目線を下に下げて引く。反対に下まぶたのアイラインを引くときには、下まぶたの際が良く見えるよう、あごをひいて顔を下に向け、目線を上に上げる。試作したシステムでは、目元ズームの際、映像をディスプレイの上端にあわせて表示しており、自分の目の位置よりディスプレイの目のほうが上にあった。このためユーザテストでは下まぶたのアイラインのほうが引きやすかったと思われる。一方、



図 6: 上：上まぶたのアイラインをひいているところ 下：下まぶたのアイラインをひいているところ



予備実験の時には常に顔全体の映像を表示していたため、自分の目の位置よりディスプレイに映し出された目のほうが下にあった。このため、予備実験では逆に、上まぶたのアイラインが引きやすかったと考えられる。目に最も近い箇所に化粧料を塗るアイラインの作業がスムーズにできれば、目元の作業であるアイシャドウ、ビューラーも問題なく行えると期待できる。

この目線の問題は、カメラの位置または、映像の表示位置を変更することで解決できると考えられる。カメラ位置を変更するには、カメラにアームをつけて自由な場所に移動できるようにしたり、カメラをいろいろな場所に多数取り付けが必要がある。しかし、大がかりな機構となりコストが増大する。将来本システムを、ディスプレイ上部にカメラを内蔵した PC に実装する場合には、現在のカメラ固定方式は有利である。そこで、カメラ位置は変更せずに映像の表示位置を変えることにした。

前に述べたように、上まぶたにアイラインを引くとき、ユーザは顔を上に向ける。そこで、その動作を画像処理により検出し、拡大映像の表示位置をディスプレイ下部に移動する機能を実装した。反対

に下まぶたのアイラインを引くときは、ユーザの顔を下に向ける動きを検出して、拡大映像の表示位置をディスプレイ上部に移動する。このように表示位置を調整することで、下まぶたのアイラインだけでなく、上まぶたのアイラインも引きやすいよう改良することができた。

7 まとめと今後の課題

毎日のメイクアップが、楽に楽しくでき、自分の顔の特徴を発見することができ、使い続けるうちに満足のいく仕上がりになるような、電子的な鏡台である電脳化粧鏡を提案し試作を行った。

また、電脳化粧鏡を使用してフルメイク、もしくはメイク直しをしてもらい、ユーザテストを行った。一般のユーザにプロトタイプシステムを使用してもらうことで、自動ズームの方法や映像の表示方法、必要な機能の検討を行った。ユーザテストの結果を受けて実際にシステムを改良した。

今後は、改良したシステムを使用してユーザテストを再度行いたい。そして、長期的に本システムを利用し、メイクアップ方法や時間に変化が表れるか、メイクアップ行為が楽しくなるのかなど、本システムの有用性を計っていききたい。

追加機能として、ログ機能を充実させていききたいと考えている。現在はメイクアップ完了後に顔写真を撮影して保存しているだけで、保存した写真は表示して比較することにしか使われていない。保存した顔写真とメイクアップに使用した化粧品を関連づけたり、実際に行ったメイクに対して、友人や恋人などの身近な人たちに似合っていると思うメイクに投票してもらい、客観的な視点から自分にあったメイクを探っていったりできるようにしたい。

謝辞

本研究は、情報処理推進機構 (IPA) の 2007 年度未踏ソフトウェア創造事業の支援を受けた。

参考文献

- [1] 古川貴雄，塚田章：魔法の化粧鏡—実時間顔画像認識に基づくメイクアップシミュレーション．画像ラボ，Vol. 13, No. 10, 34-38, 2002.
- [2] 高木佐恵子，波川千晶，古本富士市：メイクアップ技術上達のためのアドバイスシステム．芸術科学会論文誌，第 2 巻第 4 号，pp. 156-164, December 2003.
- [3] 服部彩香：顔の見せ方 つくり方，あさ出版，2006.
- [4] 岡野宏：渡る世間は顔しだい，幻冬舎出版，2007.
- [5] 河内春奈，井上亮文，市村 哲：ポイントメイクを支援する電子化粧鏡の研究．情報処理学会第 69 回全国大会講演論文集，pp. 4-201-202, , March 2007.
- [6] 渡会治仁：誰も教えてくれないメイクの基本，(株)スタジオ タック クリエイティブ (2006)．
- [7] かづきれいこ：＜私＞を変えるメイク革命，幻冬舎出版，2001.