

3次元顔モデルの美男美女化システム

岡田 陽介^{*} 高木 佐恵子^{**} 岩崎 慶^{**} 吉本 富士市^{**}

^{*}和歌山大学大学院システム工学研究科 ^{**}和歌山大学システム工学部

〒640-8510 和歌山県和歌山市栄谷 930

本稿では、人間の顔の3次元形状データを、一般に美しいとされる顔がもつ特徴を有するように変形するシステムについて報告する。変形対象は、眉、目、鼻、口、輪郭とし、形状と配置の美化を行う。美化の程度は、入力パラメータによって制御可能であり、ユーザーの好みに合わせた美化モデルを作成できる。提案システムおよび生成された顔モデルについて実験を行った結果、提案システムの有用性を確認した。

Modification System for Improving 3D Facial Beauty

Yosuke Okada^{*} Saeko Takagi^{**} Kei Iwasaki^{**} Fujiichi Yoshimoto^{**}

^{*}Graduate School of System Engineering, Wakayama University

^{**}Faculty of Systems Engineering, Wakayama University

930 Sakaedani, Wakayama, Wakayama 640-8510, Japan

We introduce a new system that transforms 3D facial data into beautified ones which have the features as beautiful faces in general. The targets of beautification are eyebrows, eyes, nose, mouth, and face contour. The operations for beautification are modifications of shapes and arrangement of the targets. The levels of the beautification can be controlled according to the parameter values input by a user, and the system can make beautified facial models matched to the user's favor. The effectiveness of the proposed system was confirmed from the experimental result on the proposed system and beautified facial models.

1. はじめに

顔の美しさへの関心の歴史は古く、美しい顔の基準の探求は、2000年以上も前から行われている[1]。現在も顔に関する研究は盛んに行われているが、美しい顔の定義ははっきりとは確立されていない。それは好みの個人差や流行の移り変わりのためであると考えられる。しかしながら、美しいと広く認められる顔もある。1990年代前半に行われた実験では、他民族と交流がなくテ

レビ番組や映画をみていない南アメリカ等の部族の人々が美しいと判断した女性の顔は、ロシアやアメリカの人々が美しいと判断した女性の顔と一致していた[1]。このように、美しい顔がもつ共通要素も確認されている。

顔を美しく変形させるシミュレーションは、美容整形外科で広く用いられている。これは、患者の希望を反映させた術後のイメージを示すものである。美容整形では、

全く別人のような顔にすることも可能である。そのため、美容整形外科用のシミュレータには、もとの個人的特徴をなるべく残す、というような制約はない。美容整形用シミュレータは、本人を認識できる状態で美しい顔に変形したい場合や、特にどこをどのように修正したいという希望がないままに、なんとなく顔を美しく変形したい場合には、不適切である。また、顔のデータへ処理を加える研究に、似顔絵作成システム [2, 3, 4] があるが、これらは平均との差を強調するものであり、美男美女化を行ってはいない。また、顔画像合成システム [5] が提案され、老化処理などが可能であるが、その処理は本人の特徴を残しつつ、美化を行うものではない。

そこで、本人の特徴を残したまま、3次元顔データを美男美女化するシステムを提案する。美男美女化の対象は、眉、目、鼻、口、輪郭とし、これらを顔パーツと呼ぶ。日本人の顔として、一般的に美しいとされる顔がもつ形状や配置へ近づくように、顔パーツの形状や配置の美化処理を行う。顔パーツごとに変形の程度を制御でき、個人の好みに合わせた美男美女化を行えるものとする。

2. 日本人としての美しい顔

日本人としての美しい顔について、正面からと側面からの特徴を述べる。正面の顔は重要であるが、現実には、真正面よりも斜めから見られるほうが多い。そこで、3次元データを用い、側面から見た場合の美しさも扱うこととする。なお、若さは美しさの重要な要素であるが、本システムでは若返り効果を扱わないものとし、年齢とは独立な要素について述べる。

2.1 正面からの顔

正面からの顔の美しさについては、顔の形態の対称性があげられている [1]。形態の対称性は、その固体が保持している有害な突然変異の少なさを表すので、それに性的魅力を感じるような認知システムがあるからである。しかし非常に魅力的な顔は完全な対称ではない [6] とも言われている。

目については、男女ともに、目が大きいほど顔が魅力的になり、また、大きいほど子供っぽさが感じられるようになり、逆の場合は、大人っぽさが感じられるようになる [6]。女性としての美しさについては、なめらかな肌、大きな目、ぼつりした唇があげられるという調査結果もある [1]。これは、乳幼児が有している保護欲を生じさせる特徴と共通しており、乳幼児と大人との差異と、女性と男性との差異は対応している [1, 6]。

2.2 側面からの顔

側面からの顔については、鼻の先端と顎の先端を結んだ直線（エステティックライン、Eラインと呼ばれる）に注目した美の基準が提唱されている [6]。Eラインを図1に示す。

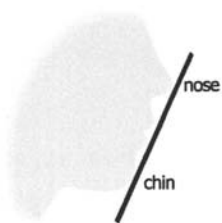


図1：Eライン

口唇の突出具合を2mm間隔で作成したサンプルから、アメリカ人矯正家と日本人矯正家が最も好ましく美しいと感じたものと、その許容範囲を測定した結果、両者には違

いがあり、日本人にとって好ましい口唇の位置は、Eライン上に下唇の先端があることとされている[7].

3. 美男美女化システム

3次元形状計測装置で計測した形状データとテクスチャデータを用いて、3次元で表現された顔モデルを美男美女化するシステムについて述べる.

3.1 提案システムの概要

提案する美男美女化システムの概要を図2に示す. システムへの入力は、形状データとテクスチャデータ、そして特徴点・領域データである. 形状データとテクスチャデータは3次元計測装置から取得し、特徴点・領域データは、テクスチャデータと形状データを基にして作成される. 入力されたデータから顔の3次元モデルを生成し、美男美女化処理を行う.

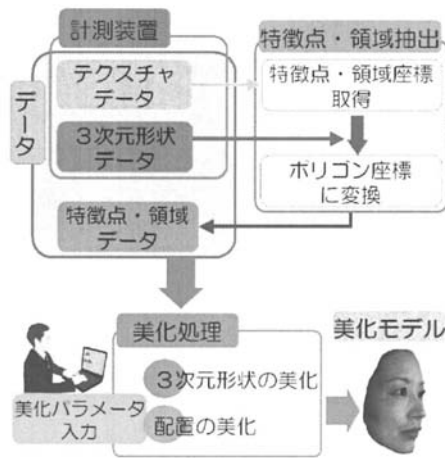
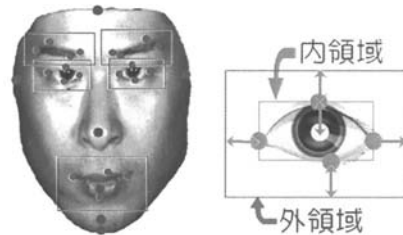


図2：提案システム

テクスチャデータ上で眉、目、口などの点をマウスなどのポインティングデバイスを使用して指定し、対応する3次元座標を特徴点データとして使用する. 図3に、特

徴点と特徴領域の配置、および、目の外領域と内領域を示す. 特徴点の数は27点、特徴領域の数は5つとした. 各特徴領域には、内領域と外領域を設定しており、内領域で行った顔パーツの変形が、周囲と自然につながるように、外領域では内領域からの距離に応じた処理を行う.



(a) 特徴点と特徴領域 (b) 目の特徴領域

図3：特徴点と特徴領域の配置

形状の美化では、顔モデルの形状ベクトルを操作する. 各形状ベクトルの処理が、特徴点だけでなく、全ての計測点へ反映されるよう、特徴点に対応する計測点の座標の更新も行う. ユーザが入力する美化パラメータ値は変形処理の重みとして利用され、パラメータ値に合わせた美化された顔モデルが表示される.

3.2 美男美女化処理

美男美女化処理は、形状の美化と配置の美化に分けられる. 形状の美化は、目の拡大、Eライン調整、鼻の高さ調整、輪郭の調整の4要素とする. 配置の美化は、目の対称化、眉と目の距離調節、目・眉の上下移動、口の上下移動の4要素とする.

3.2.1 形状の美化

目の拡大処理は、目の領域内の点を目の中心点から離すように処理する. この時、拡大処理を行っても、目の形状そのものとはできるだけ変化しない変形を行うことで、

個人的特徴を残している。また、縦の拡大率と横の拡大率を別々に設定可能とすることで、拡大処理の自由度を増している。

Eライン調整は、唇領域内の点を顔の奥方向へ移動させる処理によって実現する。変形の重みを表すパラメータ値が最大するとき、下唇の先端がEライン上に移動するように制御している。

鼻の高さ調整は、鼻領域内の点を顔正面から手前方向へ移動させる処理を行う。

輪郭の調整は、頬骨、頬、顎の3つの領域でそれぞれ処理を行う。それぞれの領域において、領域内の点を顔正面に対して左右に移動させる。この際、輪郭を滑らかな卵型に近づけるために、頬骨領域では出っ張った頬骨を引っ込める変形を行い、頬領域と顎領域ではその太さを調節している。

以上は、いずれも各特徴領域の内領域における処理である。外領域では、内領域からの距離に、変形量や移動量を反比例させた処理を施し、処理を行わない周辺領域となめらかに接続させる。

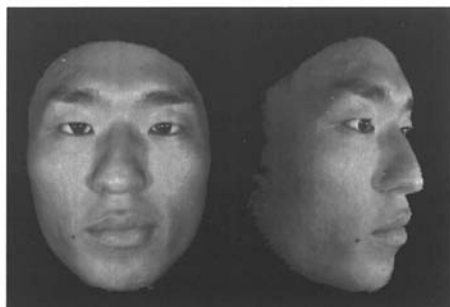
3.2.2 配置の美化

目の対称化として、左右の目の中心点の上下位置と大きさを平均化する。大きさの平均化では、左右の目の内領域を表す矩形の縦と横の長さを平均化する。

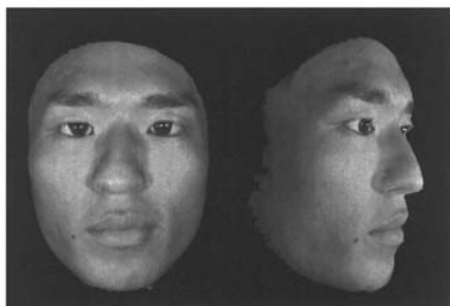
眉と目の距離調節、目・眉の上下移動、口の上下移動の3つの美化処理は、それぞれの領域内の点を顔正面に対して上下に移動させる処理を行う。

4. 美化モデルの生成実験

提案した美男美女化システムを用いて美化された顔モデルを作成した。図4に未処理のモデルと処理後のモデルを示す。



(a) 男性の例



(b) 女性の例



図4：処理前と処理後の顔
(上段：処理前，下段：処理後)

図4(a)の男性モデルでは、目の拡大、Eライン調整、目の対称化、眉と目の距離調節、の4つの美化処理を行っている。図4(b)の女性モデルでは、目の拡大、鼻の高さ調整、輪郭の調整、目の対称化、眉と目の距離調節、の5つの美化処理を行っている。

図4に示すように、美化処理を行うことで、一般的に好ましい印象を与える顔が生成された。また、顔パーツの形状変化でわかりやすいのは目と鼻であるが、基本的にスケーリング処理のみであり、個人的特徴が残されているといえる。2つのモデルに使用された美化処理には異なるパラメータ値を設定しており、それぞれの顔に合った処理を行っている。このように、モデルによって複数の美化処理とそれぞれのパラメータ値を組み合わせることで、個人にあった美男美女化が効果的に行えている。

5. 評価実験

5.1 提案システムの評価実験

提案システムのエンタテインメント性や生成される顔モデルの満足度を調査するため、以下のような実験を実施した。被験者には、提案システムを使用して被験者自身の顔モデルを操作してもらった。使用後に、楽しさや生成された顔モデルについてアンケート調査を行った。被験者は、自身の顔の変形に興味のある10代から40代までの男女20名ずつの計40名であった。

システムを使用したときの楽しさについては、大変楽しい、楽しい、ふつう、あまり楽しくない、全く楽しくない、の5つを選択肢とした。その結果、「大変楽しい」が80% (32名)、「楽しい」が20% (8名)で、被験者全員が楽しいシステムだと感じたこ

とが分かった。生成された自身の顔モデルについては、大変美化された、美化された、変わらない、悪くなった、かなり悪くなった、の5つを選択肢とした。その結果、「大変美化された」が32.5% (13名)、「美化された」が60% (24名)、「悪くなった」が7.5% (3名)で、被験者の92.5%が自らの顔モデルが美化されたと感じたことが分かった。悪くなったと回答したのはいずれも男性で、3名のうち2名は美男美女化と逆の処理を行い、あえておもしろい顔モデルを生成した被験者であった。

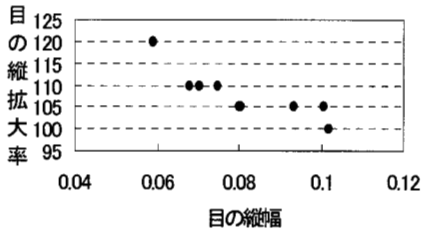
以上のことから、提案システムは、エンタテインメントツールとして有用であることが分かった。また、高い確率で、本人が自分と認める美化された顔モデルを提供できていることが分かった。

5.2 美化効果の評価実験

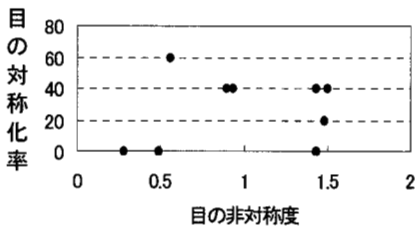
一般的な美男美女の特徴に基づいて設計した本システムが、ユーザ個人の美化要求に適切に応えられるものであるかを調べる必要がある。このため、ユーザが自身の顔モデルを使って提案システムを操作した際に、ユーザの実際の個人的特徴と使用される各美化処理のパラメータ値の関係を調査した。具体的には、各美化処理について、ユーザが最も気に入る顔モデルを生成した際の制御パラメータ値の分布を調べた。被験者は18歳から33歳の女性9名であった。

目の縦幅、目の非対称度、下唇とEラインの距離に関する結果を図5に示す。同図(a)では、目の縦幅が小さい被験者ほど、目の縦拡大率を大きく設定する傾向がみられる。同図(b)では、非対称度が高い(対称性が低い)被験者のほうが、対称化パラメータを使用していることがわかる。同図(c)

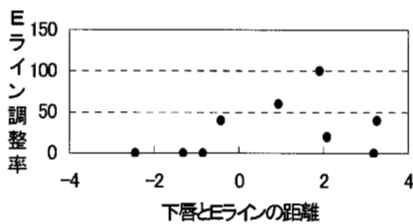
では、下唇とEラインの距離が大きい（Eラインより下唇が出ている）被験者が、Eライン調整パラメータを利用していることが分かる。以上のことから、特に目の拡大処理において、本システムの美化処理が、実際の顔の特徴の程度に連動して有用であることがわかった。



(a) 目の縦幅と拡大率



(b) 目の非対称度と対称化率



(c) 下唇の位置とEライン調整率

図5：個人的特徴と美化パラメータの関係

6. まとめ

3次元顔モデルの顔パーツの形状と配置について、ユーザが入力する制御パラメータに合わせて美男美女化するシステムを提

案した。実験の結果、提案システムは高いエンタテインメント性をもち、また、生成された顔モデルは、自身の顔の美化という点でユーザの満足のいくものであった。システムで生成される美男美女化された顔は、美容整形、コミュニケーション、エンタテインメントの場で利用されうると考えられる。

今後の課題として、生成した美化モデルを使用して、美化によって失われる顔の客観的な認知度の調査があげられる。また、美容整形の専門家による提案システムや生成結果の評価も実施したい。

参考文献

- [1] Bates, B. and Cleese, J.: The Human Face, DK Publishing Inc., 2001.
- [2] 似顔絵師システム PICASSO:
<http://www.koshi-lab.sccs.chukyo-u.ac.jp/research/picasso/index.html>
- [3] 村上和人, 奥水大和, 中山晶, 福村晃夫: 錯視を用いた似顔絵生成システム PICASSO について, 情報処理学会論文誌, Vol. 34, No.10, pp. 2106-2116, 1993.
- [4] 武本征士, 高木佐恵子, 吉本富士市: 色も誇張された3次元似顔絵の生成支援システム, 第20回 NICOGRAPH 論文コンテスト論文集, pp. 59-64, 2004.
- [5] 向田茂, 蒲池みゆき, 尾田政臣, 加藤隆, 吉川左紀子, 赤松茂, 千原國宏: 操作性を考慮した顔画像合成システム:FUTON -顔認知研究のツールとしての評価-, 電子情報通信学会論文誌, Vol. J85-A, No. 10, pp. 1126-1137, 2002.
- [6] 吉川左紀子: 顔と心 -顔の心理学入門-, サイエンス社, 1993.
- [7] 村沢博人: 美人進化論 -顔の文化誌-, 東京書籍, 1987.