

印象変換ベクトル法による顔の高次印象の合成システム

OKADA, Yuhya / 秋田, 友洋 / 櫻井, 輝子 / 岡田, 裕也 / 伊師, 華江 / 作田, 由衣子 / 行場, 次朗 / 赤松, 茂 / AKITA, Tomohiro / SAKURAI, Teruko / ISHI, Hanae / SAKUTA, Yuiko / GYOBA, Jiro / AKAMATSU, Shigeru

(出版者 / Publisher)

電子情報通信学会

(雑誌名 / Journal or Publication Title)

電子情報通信学会技術研究報告. IE, 画像工学 / 電子情報通信学会技術研究報告. IE, 画像工学

(号 / Number)

398

(開始ページ / Start Page)

35

(終了ページ / End Page)

40

(発行年 / Year)

2006-11-24

印象変換ベクトル法による顔の高次印象の合成システム

秋田友洋¹⁾ 櫻井輝子²⁾ 岡田裕也³⁾ 伊師華江⁴⁾ 作田由衣子⁵⁾ 行場次朗⁶⁾ 赤松茂^{1),3)}

- 1) 法政大学工学部システム制御工学科 〒184-8584 東京都小金井市梶野町 3-7-2
2) 東京大学大学院 3) 法政大学大学院工学研究科 4) 宮城工業高等専門学校 5) 日本学術振興会
6) 東北大学大学院文学研究科
E-mail: akamatsu@hosei.ac.jp

あらまし 本研究は、品性に代表される顔の高次印象を印象変換ベクトル法によって自在に生成するシステムの開発をめざすものである。顔画像は形状とテクスチャに分けた高次元ベクトルとして数学的に表現される。顔の多様性はこの高次元ベクトルに主成分分析 (PCA) を適用することにより低次元のパラメータで表すことができ、顔パターンのモーフィングモデルが構築される。SD法と因子分析にもとづく心理学的な予備実験において、PCAで求められたいくつかの主成分に対応するパラメータが品性印象のような高次印象に対して大きく寄与することがわかった。そこで印象変換ベクトルをこの品性印象に大きく寄与するパラメータのみで定義して、イメージ生成することにした。任意の新規顔画像に対して本手法による品性の印象変換処理を施したところ、その有効性を示唆する結果が得られた。

キーワード 顔画像, 感性情報処理, 印象, 固有顔, 印象変換ベクトル, SD法, 因子分析

Automatic Synthesizer of Higher-order Facial Impressions based on the Impression Transfer Vector Method

Tomohiro AKITA¹⁾, Teruko SAKURAI²⁾, Yuhya OKADA³⁾, Hanae ISHI⁴⁾, Yuiko SAKUTA⁵⁾,
Jiro GYOBA⁶⁾ and Shigeru AKAMATSU^{1),3)}

- 1)Dept. of Systems Control Engineering, Hosei University, Kajino-cho 3-7-2, Koganei-shi, Tokyo 184-8584 Japan
2)Tokyo University, 3)Graduate School of Engineering, Hosei University, 4)Miyagi National College of Technology,
5)Japan Society for the Promotion of Science, 6)Tohoku University

E-mail: akamatsu@hosei.ac.jp

Abstract This study developed a system that synthesizes a higher-order impression such as gracefulness of the face by an impression transfer vector method. Facial pictures were mathematically represented in high-dimensional vectors by separating the shape and texture information. Variation in appearance was coded in a small number of parameters by applying principal component analysis (PCA), and thus a morphable model of face patterns was constructed in terms of these parameters. Based on preliminary psychological experiments conducted by applying a semantic differential method and factor analysis, some of the parameters corresponding to specific principal components derived by PCA were found sensitive to the impression in focus, such as the gracefulness of the face. The impression transfer vector was then defined using only the selected parameters and was applied to image manipulation. The obtained results clearly indicated that the impression transfer vector defined by the selected components could modulate facial gracefulness.

Keyword facial image, KANSEI information processing, impressions, eigenface, impression transfer vector, semantic differential method, factor analysis

1. はじめに

人間の顔はその人が誰であるかだけにとどまらず、年齢や性別のような生物学的属性から人格・魅力などの社会的属性に至るまで、様々な情報を伝えている[1].

顔の印象は、対象の物理的な特徴のみならず、観察者の主観、過去の経験、感情などによっても影響される。しかし、これまでの心理実験から、顔の物理的特徴と顔から感じ取れる印象の間には何らかの因果関係があ

ることが確かめられている[2][3]. 顔のみかけの多様性を表す物理的パラメータと、その顔から人間が知覚する印象との関係をモデル化できれば、より好ましい印象を与える顔画像を生成したり、年齢や性別などの個人属性を顔から自動認識するシステムなどへの応用可能性が期待出来る。

顔画像の印象を人為的に変換する方法はさまざまな試みが行われてきた[4][5]. 我々が提案してきた印象変換ベクトル法[6]もその一つである。これは、2次元顔画像を形状情報とテクスチャ情報に分離しそれぞれを多次元ベクトルで表し、多次元ベクトルを主成分分析(PCA)することで得られる主成分という少数のパラメータで多数の顔のもつ多様性を表現した後、Fisherの線形判別法を用いて求められる印象変換ベクトルに従って各パラメータの数値を増減させることで、顔画像の印象変換を行おうとするものである。これまでの実験結果から、この方法は年齢、性差など人物のカテゴリに関する印象の変換に有効であることが確認されてきた。

本報告では、印象変換ベクトル法を品性に代表される顔の高次の印象についての印象変換に適用するために行った改良について述べるとともに、新規の顔画像に対する品性の印象変換の結果を紹介する。

2. 顔画像の印象変換法

先行研究で提唱された印象変換ベクトル法にもとづく顔画像の印象変換法について以下に述べる。

2.1. 顔画像のパラメータ表現

2次元顔画像の集合に対して、形状とテクスチャベクトルをそれぞれ独立に主成分分析を施すことによって、対応する固有値の大きい順に選んだ少数の主成分というパラメータによって顔の多様性を表すことが出来る[7]. 先行研究では、2次元顔画像の形状とテクスチャを表すベクトルは、個々の顔画像間の対応付けの基準となる特徴点の画素を、独自に開発した顔画像のモーフィング合成ツールであるFUTONシステム[8]を用いて目視で抽出することによって得ている。

ここで、 M 個の顔画像の形状やテクスチャを表している N 次元のベクトルを \mathbf{X}_m ($m=1,2,\dots,M$)とし、それを K 次元 ($K \ll N$) のベクトル \mathbf{f}_m に次元圧縮する。このとき、 \mathbf{f}_m の第 k 次元成分 $f_{m,k}$ は次式のように表される。

$$f_{m,k} = \mathbf{U}_k^t (\mathbf{X} - \boldsymbol{\mu}) \quad k=1,2,\dots,K \leq N \quad (1)$$

$\boldsymbol{\mu}$ は \mathbf{X}_m ($m=1,2,\dots,M$)の平均ベクトルであり、 \mathbf{U}_k は \mathbf{X}_m ($m=1,2,\dots,M$)からなるサンプル集合の共分散行列について k 番目に大きい固有値に対応する固有ベクトルとして求まる。

2.2. 印象変換ベクトルの定義

変換の対象となる印象の範囲は、相対する印象を表す形容詞のペアによって定義する。この形容詞対のいずれか一方でよく説明されるような2つの顔画像の集合を、クラス1とクラス2の学習サンプルとする。Fisherの線形判別法は、特徴空間に与えられた2つのクラスの学習サンプルを直線に射影した時に、両者をもっともよく判別できるような射影軸を求める分類手法である。この原理を、たとえば性差に関する印象変換の場合なら男性に見える顔と女性に見える顔のように、相反する印象を与えるような2つの学習サンプル集合に対して適用し、得られる射影軸の方向を表す単位ベクトルを『印象変換ベクトル』と定義した。このベクトルは、特徴空間の中でその印象の変化がもっとも顕著に見られる方向を表していると解釈できる。

今、入力顔画像ベクトル \mathbf{X}_m が(1)式によってより低次の K 次元特徴空間上のベクトル \mathbf{f}_m で表現されるとする。 M 個の学習サンプル \mathbf{X}_m ($m=1,2,\dots,M$)から、クラス1として M_1 個、クラス2として M_2 個を選び、2クラスの特徴ベクトルの学習サンプルとして

$$F^{(1)} = \{\mathbf{f}_1^{(1)}, \mathbf{f}_2^{(1)}, \dots, \mathbf{f}_{M_1}^{(1)}\}, F^{(2)} = \{\mathbf{f}_1^{(2)}, \mathbf{f}_2^{(2)}, \dots, \mathbf{f}_{M_2}^{(2)}\}$$

を用意する。この2クラスの学習サンプルにFisherの線形判別法を適用することで、特徴ベクトル \mathbf{f} による識別関数が次式のように求まる。

$$y = \mathbf{e}^t \cdot \mathbf{f} \quad (2)$$

ここで、 \mathbf{e} はFisherの線形判別法で求められた K 次元空間上の射影軸の方向を表す単位ベクトルである。 \mathbf{f} が存在する特徴空間において \mathbf{e} が表す方向は、2つのクラス間の印象の変化がもっとも顕著に反映されると考えられる。そこで任意の顔パターン \mathbf{X} から求まる特徴ベクトル \mathbf{f} を \mathbf{e} の方向に沿って操作することにより、その顔の印象は2つの集合を規定する印象対のいずれかを強めるように変換される。そこでこの単位ベクトル \mathbf{e} を印象変換ベクトルと呼ぶことにする。

2.3. 印象変換のためのイメージ操作

入力顔画像のベクトル \mathbf{X} を次元圧縮した特徴ベクトル \mathbf{f} に対する印象変換操作は、印象変換ベクトル \mathbf{e} を用いて次のように定式化される。

$$\hat{\mathbf{f}}_c = \mathbf{f} + q_c \cdot \delta \cdot \mathbf{e} \quad (3)$$

ここで、 δ は K 次元特徴空間におけるクラス1とクラス2の平均ベクトル間の距離から求められる定数であり、 q_c は印象変換ベクトルの重み係数である。印象変換を施した後の顔画像に対応するベクトル $\hat{\mathbf{X}}_c$ は次のように生成される。

$$\hat{\mathbf{X}}_c = \boldsymbol{\mu} + \sum_{k=1}^K \hat{f}_{k,c} \cdot \mathbf{U}_k + \Delta \mathbf{X} \quad (4)$$

ここで、 μ はPCAを施すときに求めた M 個の学習サンプルの平均ベクトルであり、 $\hat{f}_{k,c}$ は印象変換された特徴ベクトル $\hat{\mathbf{f}}_c$ の第 k 成分である。また $\Delta\mathbf{X}$ は、(5)式と(6)式で示されるように、入力顔画像を表すベクトル \mathbf{X} とその \mathbf{X} を一旦 \mathbf{f} に次元圧縮した後に \mathbf{U}_k ($k=1,2,\dots,K$)の線形結合によって近似・復元した画像 $\hat{\mathbf{X}}$ との差である。

$$\Delta\mathbf{X} = \mathbf{X} - \left(\mu + \sum_{k=1}^K f_k \cdot \mathbf{U}_k \right) \quad (5)$$

$$f_k = \mathbf{U}_k' (\mathbf{X} - \mu) \quad (6)$$

印象変換の結果を可視化した顔画像は、FUTONシステムを用いて形状とテクスチャそれぞれの $\hat{\mathbf{X}}_c$ を合成することで得られる。

3. 顔の高次印象の評価

人間の知覚によって得られる結果を定量的に表すことは、顔の多様性をあらゆる物理的パラメータと人間によって知覚される顔のイメージとの間の関係をモデル化するうえで重要である。印象に関する多くの研究では、そのような目的で Semantic Difference 法（以後、SD法と略す）が広く用いられている[9]。SD法は元来、言葉には字義通りの意味に加えて情動に関する意味があるという前提のもとで、そのうち後者を定量的に測定するための手法として考案された。しかしSD法は色、音楽、香り、視覚的なパターンなどさまざまな刺激を与える印象を測定するためにも広く用いられている。SD法の一般的手順としては、評価者に刺激から受ける印象を、たとえば『外交的な - 内向的な』など正反対の意味を与える形容詞の対で表される幾つかの次元ごとに、それぞれの印象を5段階もしくは7段階で評価してもらう。

SD法で得られた評価値に因子分析を行うと、一般に『活動性』『力量性』『評価性』の3因子に集約されることが知られている。『活動性』と解釈される因子は、たとえば『明るい - 暗い』や『外交的 - 内向的』といった形容詞対での評価によって表現される。また『力量性』と解釈される因子は、たとえば『力強い - 弱々しい』、『厳しい - 優しい』などの形容詞対での評価によって表現される。これに対して『評価性』と解釈される因子は、人間の主観的な評価が主に表れる因子であり、たとえば『美しい - 醜い』、『好ましい - 好ましくない』といった形容詞対での評価によって表現される。これらの3因子は、これまでの多くの研究事例から、さまざまな対象や概念の刺激に対して、異なる地域や文化に共通して抽出される因子であることが確認されている。

本研究では、『評価性』の因子に分類される高次印

象の代表例として「品性」の印象をとりあげ、顔画像の品性の印象変換に焦点をあてた。そこで、本研究における印象の評価は、SD法のデータを因子分析して得られる『評価性』の因子得点にもとづいて行った。

4. 高次印象の変換に適する印象変換法の改良

先行研究で提案した印象変換ベクトル法においては、印象変換ベクトルの算出に用いる Fisher の線形判別関数は、主成分分析による主成分を固有値の大きさの順に選択したものをを用いて求めていた。ここで選ばれた特徴成分は、顔の物理的な見かけの変動を効率よく表しうる主成分である。しかし本研究でとりあげる品性のような高次の印象については、顔の物理的な見え方にかかわる多種・多様な要因が人間の知覚する印象に関与している可能性がある。しかも、物理的な見え方の多様性をよく表現しうる主成分は、必ずしも高次印象の変換に効果的な働きをするとは限らない。

そこで、顔の高次印象の変換を行う手法として、識別関数の定義に用いる成分に、当該印象に対する影響の大きい主成分を選択的に使用方法を提案する。これは主成分分析で求めた各主成分に対応する特徴空間の主軸上の位置を人為的に変化させながら、生成された合成顔画像の集合に対してSD法による印象評定を行い、その因子分析によって得られる『評価性』の因子得点を分析するものである。その結果から、品性印象に対して影響が大きいとみなされた主成分を印象変換ベクトルの定義に用いるパラメータとした。以下にそのパラメータの選択手順は示す。

まず、学習サンプル \mathbf{X}_m ($m=1,2,\dots,M$)から求められた形状ならびにテクスチャの主成分に対応する幾つかの主軸上で、特徴ベクトルを変化させて得られる合成顔画像を可視化する。固有ベクトル \mathbf{U}_k で表される第 k 主成分の主軸上の位置を重み P_c をパラメータとして変化させた時、形状/テクスチャ $\hat{\mathbf{X}}_{k,c}$ は次式のように表される。

$$\hat{\mathbf{X}}_{k,c} = \mu + P_c \cdot \sigma_k \cdot \mathbf{U}_k \quad (7)$$

ここで μ は学習サンプル \mathbf{X}_m ($m=1,2,\dots,M$)の平均であり、 σ_k は第 k 主成分 $f_{m,k}$ ($m=1,2,\dots,M$)の標準偏差である。印象変換した顔を可視化するために、印象変換した形状には平均テクスチャを、逆に印象変換したテクスチャには平均形状をそれぞれ組み合わせてFUTONシステムで合成する。

こうして得られる合成顔に対してSD法による評価実験を行う。SD法で品性を測定するために表1にまとめた10個の形容詞対を使用する。被験者には顔から受ける印象を各形容詞対ごとに7段階で評価してもらう。たとえば、『明るい - 暗い』の指標では1:非常

に明るい, 2: かなり明るい, 3: やや明るい, 4: どちらでもない, 5: やや暗い, 6: かなり暗い, 7: 非常に暗い, というようになっている. SD法の評定結果に対して主因子分析法で因子分析とバリマックス回転を施した. 重み P_c を変えながら主軸上の特徴点の位置を変化させて得られる合成顔画像のそれぞれに対して, SD法による評価実験を行って得られる評価性の因子得点は, 主成分ごとに異なる変動を示す. ここでは, 因子得点の変化幅の大きい主成分を印象変換ベクトルの算出に有効な成分として選択する.

表1 SD法による印象評定で用いた形容詞対

明るい-暗い	外向的な-内向的な
目立ちやすい-目立ちにくい	若々しい-老けた
品のある-品のない	優秀な-無能な
魅力的な-魅力的でない	やさしい-厳しい
力強い-弱々しい	女性的な-男性的な

5. 顔画像の印象変換実験

5.1. 学習サンプルと予備実験に用いた画像について

本研究に用いた画像データベースは, 男女各10名・計20名の表情顔が収録されたATR表情データベース[10]を利用した. 全て正面から撮影された顔画像は, 真顔, 悲しみ, 驚き, 嫌悪, 軽蔑, 恐れについては各1通り, 喜びと怒りは口を開けたものと閉じたものの2通りで, 一人あたり10表情からなる. 合計で200枚の顔画像を用いた. 学習段階では, 200枚の顔画像から抽出された形状特徴とテクスチャ特徴にPCAを施し, 顔の多様性を表す低次元の特徴空間を求めた. また印象変換の基本特性を探る予備実験には, 200枚の学習サンプルの平均顔を印象変換の評価対象画像として利用した.

5.2. Fisher線形判別法による印象変換ベクトル算出の学習サンプル

印象変換ベクトル e を算出するためにFisherの線形判別法を利用しているが, この方法では2つのグループの学習サンプル数をベクトルの次元数よりも大きくする必要がある. また本研究では, 『品性が高い-品性が低い』という相反する印象の違いを事例としてカバーしうる十分な数の学習サンプルが必要である. 主成分分析での学習サンプルとした200枚の顔画像のすべてに対して, 印象変換ベクトルの定義に用いる主成分を選択した際と同様に10種類の形容詞対によるSD法を用いて, 印象の評定実験を行った. 被験者は男女各50名, 合計100名の東北大学の学部生・大学院生である. 評定データを因子分析(主因子法・バリマックス回転)した結果, 『活動性』(累積寄与率22.38%), 『評価性』(同21.13%), 『力量性』(同14.27%)の3因子が確認された. この3つの因子の因子得点は, 刺激とし

て用いた個々の顔画像について算出された. 『評価性』に関して高い因子得点が得られた20枚の顔画像をクラス1に, 低い因子得点が得られた20枚の顔画像をクラス2の学習サンプルとした. クラス1には主として真顔や口を閉じた喜びの表情が多く含まれ, クラス2には軽蔑や口を開けた恐れ of 表情の顔が多く含まれていた.

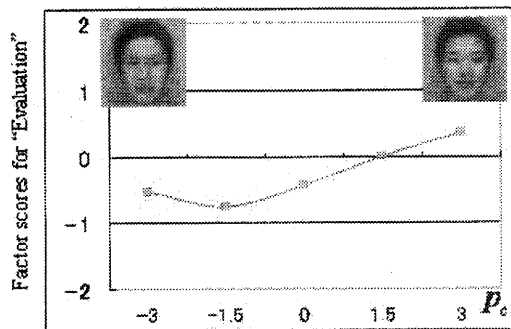
5.3. 印象変換ベクトル定義のための主成分の選択

学習サンプルに対する主成分分析によって求められた形状の主成分30個, テクスチャの主成分40個(いずれも対応する固有値の大きい順に順序づけられている)が, 印象変換ベクトルの定義に利用する主成分の候補とした. 候補となったすべての主成分(次元 k とする)について(7)式で示したように, 平均顔に対して形状あるいはテクスチャの重み P_c を $P_c = -3.0, -1.5, 1.5, 3.0$ の4段階に変化させた形状/テクスチャ特徴 $\hat{X}_{k,c}$ を求めた. 形状特徴については, 30個の主成分にそれぞれ対応する主軸上で4段階の重み P_c によって平均形状の前後に変形を与えて合成した形状特徴に平均形状を加味して, それぞれを平均テクスチャと合成することで, 計121個の合成顔画像を作成した. テクスチャ特徴については, 40個の主成分にそれぞれ対応する主軸上で4段階の重み P_c によって平均テクスチャの前後に変形を与えて合成したテクスチャ特徴に平均テクスチャを加味して, それぞれを平均形状と合成することで, 計161個の合成顔画像を作成した. 全部で282個の合成顔画像に対して4節で述べたようにSD法による印象の主観評定実験を行った. SD法による評定データに因子分析を施したところ, 5.2で述べた実在の顔写真に対する印象評価実験と同じように, 『積極性』(累積寄与率22.35%), 『評価性』(同17.45%), 『力量性』(同11.41%)の3つの因子が抽出された.

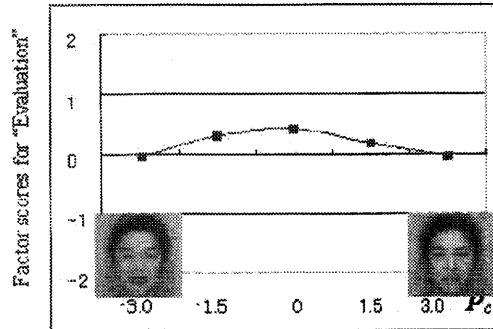
すべての合成顔画像に対して『評価性』の因子得点を算出した. 任意の主成分 k において, 重み P_c の変動に対して, (7)式によって合成された顔画像に対する因子得点の変動が大きいとすると, 第 k 主成分は印象の変化に大きく寄与するものとみなせるので, そのような主成分を印象変換ベクトルの定義に用いることにした. 表2は以上の手順で選ばれた主成分を示している. 例えば, S2とあるのは形状特徴の第2主成分, T14とあるのはテクスチャ特徴の第14主成分のことである.

表2 印象変換ベクトルの定義に選択された主成分

特徴	品性印象に対する影響の大きい上位10主成分の次元
形状	S2, S1, S7, S10, S6, S9, S17, S21, S4, S18
テクスチャ	T14, T34, T33, T1, T13, T3, T25, T15, T38, T5



(a) テクスチャ特徴の第 34 主成分 (T34)



(b) テクスチャ特徴の第 31 主成分 (T31)

図 1 特徴空間の主軸上のパターンに対する評価性因子得点の変化

たとえば, 図 1(a)(b)の結果から, 『評価性』の因子得点は T31 主成分を変化させた場合よりも T34 主成分を変化させた場合により大きく変化している. T34 が印象変換ベクトルの定義に用いる主成分として表 2 に示すようにリストアップされているのに対して, より大きな固有値に対応する上位の主成分であり, したがってパターンのテクスチャが示す物理的な変動をより強く反映しているはずの T31 が上記リストに載っていないのは, そのような理由による.

5.4. 印象変換ベクトルによる印象変換結果の評価

形状ならびにテクスチャによる印象変換ベクトルは, クラス 1, 2 に分類された顔パターンの集合に対して Fisher の線形判別法を適用して求められる. 2 つのクラスの学習サンプルは, 品性の高低という逆の印象を与えた 20 個の顔から構成されている.

本研究の特徴は, SD 法と主因子分析により品性印象に対する影響が大きいと判定された主成分を選んで印象変換ベクトルを定義したところにある. この方法を手法 A とする. 一方, 先行研究においては同じ計算方法をとっているが, 用いている主成分は対応する固有値の大きさの順に選んでいた. この従来法を手法 B とする. この 2 つの手法による印象変換結果の妥当性を比較するために, 200 個の学習サンプル顔画像の平均顔に対して (3)~(6)式を用いて印象変換を施した.

($\mathbf{X} = \boldsymbol{\mu}$ としたことになる) 形状とテクスチャのそれぞれについて, (3)式に示した重み q_c を 9 段階に変化させた印象変換を施した. このとき, 手法 A については q_c は -2.0 から +2.0 まで 0.5 ずつ変化させ, 手法 B については -4.0 から +4.0 まで 1.0 ずつ変化させた. 従来手法 B に比べると, 提案した手法 A によって品性の印象変換を行った合成顔画像は, 定性的な印象としてはるかに妥当な結果が得られていると考えられる.

手法 A と手法 B の比較評価をより定量的に行うために, それぞれの手法のもとで, 形状とテクスチャの双方にそれぞれ 9 段階のパラメータ q_c を与えることで印象変換を行った形状とテクスチャの印象変換結果を組

み合わせることで 81 枚の合成顔画像を得て, 5.2 や 5.3 で述べたのと同様の SD 法による主観評定実験を行った. SD 法の測定データを因子分析した結果, 平均顔の形状とテクスチャのそれぞれに同じ大きさの重み q_c を 9 段階に変化させて印象変換した 9 枚の合成顔画像に対して, 『評価性』の因子得点が得られた. 図 2 では, 手法 A, 手法 B のそれぞれによって平均顔の印象変換を行った場合に, この印象変換の方向と強度を与える重み q_c の変化に対する 『評価性』の因子得点の推移をプロットし, 合わせてその回帰直線を示した. 印象変換操作によって合成された顔画像が実際に観察者に与える印象は, 提案された手法 A による制御を行った場合には, 従来手法 B による場合に比べて, 明らかに印象変換の意図に沿った結果が得られたことがわかる.

6. 考察

本論文では, 顔が伝える品性に代表される高次印象の変換に焦点をあて, 先に提案した印象変換ベクトル法をベースとした新しい顔画像の印象変換処理を考案した. 本研究における改良点は, 印象変換ベクトルを定義する際に用いる特徴として, 形状とテクスチャを表す特徴ベクトルの主成分の中から高次印象に対する影響の大きいものを選択した点にある. 具体的には, 個々の特徴成分ごとに制御して得られる合成顔画像に対して SD 法による印象評定と因子分析を行うことで, 各特徴成分が顔の高次印象に与える影響を定量的に評価し, その結果を印象変換システムの設計に反映した.

実験ではまず, 平均顔の合成顔画像を対象として, 品性の印象変換を意図した顔画像の印象変換処理に関する評価を行った. また, これらの実験結果の心理学的妥当性に関する詳細な考察も行われた [11]. 合成顔画像に対する以上の結果から, 品性に代表される高次印象の変換に関して有効な手法の見通しを得ることができた. 本手法の普遍的な有効性を確認するため, 学習サンプルに含まれない実在する人物の顔画像を対象とした印象変換を試みた. 一例として, 新規の顔画像

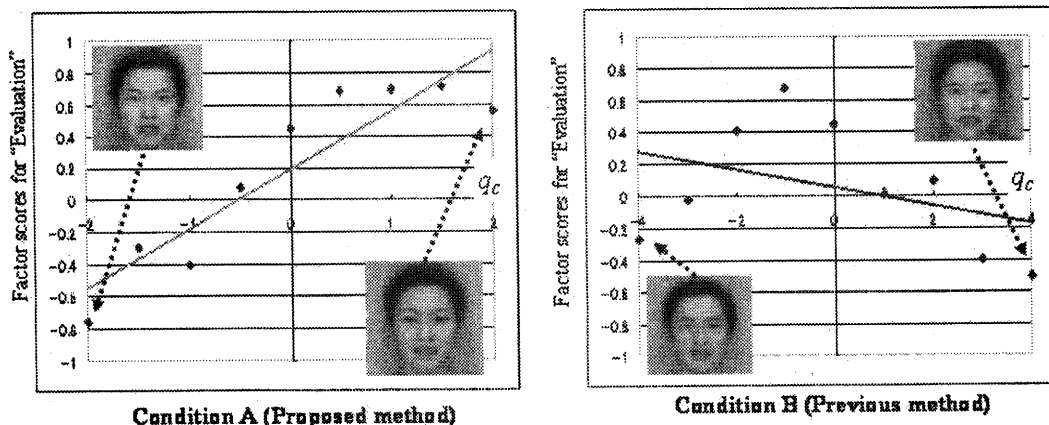


図2 手法Aおよび手法Bによる印象変換の強度と合成顔画像に対する評価性因子得点の関係



図3 新規の顔画像に対する印象変換結果の一例

に対してその形状特徴のみによって品性を操作する印象変換処理を行った場合の結果を図3に示す。この例から、定性的には概ね妥当な印象変換が達成されたと考えられる。その有効性を定量的に確認するため、SD法による印象変換結果の主観評定実験を現在進めているところである。その結果については、稿を改めて報告したい。

7. 謝辞

本研究の一部には日本学術振興会の科研費(15300076,18300076)の助成を得た。記して謝意を表す。また、FUTONシステムの開発ならびに顔画像データベースの収集は、共著者の一人が株式会社ATR人間情報通信研究所において顔認知の心理実験遂行のために行ったものであり、協力していただいた関係各位に感謝する。また、心理実験の被験者として協力していただいた東北大学および法政大学の学生諸氏にも感謝したい。

文 献

- [1] V. Bruce, *Recognizing Faces*, Lawrence Erlbaum Assoc., London, 1988.
- [2] M.K. Yamaguchi et al., "Relationships between Physical Traits and Subjective Impressions of Faces-Age and Gender Information," *Electronics and Communications in Japan, Part 3*, vol. 79, no. 10, 1996.
- [3] D.I. Perrett et al., "Effects of sexual dimorphism on facial attractiveness," *Nature*, vol. 394, no. 6696, pp. 884-887, Aug. 1998.
- [4] D. Rowland and D.I. Perrett, "Manipulating Facial Appearance through Shape and Color," *IEEE Computer Graphics and Applications*, vol. 15, no. 5, pp. 70-76, Sept. 1995.
- [5] A. Lanitis et al., "Toward Automatic Simulation of Aging Effects on Face Images," *IEEE Trans. PAMI*, vol. 24, no. 4, April 2002.
- [6] 小林敏和, 大岡正孝, 大竹俊輔, 赤松茂, "形状とテクスチャの特徴空間における線形判別関数を用いた顔イメージの生成-年齢・性差に関する印象変換の試み-, " *日本顔学会誌*, vol.4, no.1, pp.33-44, Sept. 2004
- [7] T. Vetter and N. Troje, "A separated linear shape and texture space for modeling two-dimensional images of human faces," *Max-Planck-Institute fur biologische Kybernetik, TR*, No. 15, 1995.
- [8] 蒲池みゆき, 向田茂, 吉川左紀子, 加藤隆, 尾田政臣, 赤松茂, "顔・表情認知に関する心理実験のための顔画像合成システム," *信学技報*, HIP97-39, pp.73 - 80, Jan. 1998
- [9] 行場次朗, 箱田裕司, "知性と感性の心理 認知心理学入門," 福村出版 2003
- [10] 蒲池みゆき, "ATR顔表情データベース (DB99) 概要," TR-H-305, ATR 人間情報通信研究所テクニカルレポート, Feb. 2001
- [11] Y. Sakuta, H. Ishi, T. Sakurai, J. Gyoba, and S. Akamatsu, "Psychological Evaluation of Higher-order Facial Expressions Synthesized by the Impression Transfer Vector Method," *Cognitive Systems Research* (in submission)