

### 印象変換ベクトル法にもとづく顔の評価性印象における非加算的特性の検証

中原, 幸枝 / 赤松, 茂 / AKAMATSU, Shigeru / GYOBA, Jiro  
/ NAKAHARA, Yukie / ISHI, Hanae / SAKUTA, Yuiko / 行場,  
次郎 / 作田, 由衣子 / 伊師, 華江

(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. HIP, ヒューマン情報処理 / 電子情報通信学会  
技術研究報告. HIP, ヒューマン情報処理

(号 / Number)

610

(開始ページ / Start Page)

13

(終了ページ / End Page)

18

(発行年 / Year)

2007-03-16

## 印象変換ベクトル法にもとづく 顔の評価性印象における非加算的特性の検証

作田 由衣子<sup>1),2)</sup> 伊師 華江<sup>3)</sup> 中原 幸枝<sup>4)</sup> 赤松 茂<sup>4)</sup> 行場 次朗<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> 東北大学大学院文学研究科 〒980-8576 仙台市青葉区川内 27-1

<sup>2)</sup> 日本学術振興会

<sup>3)</sup> 宮城工業高等専門学校情報デザイン学科 〒981-1239 宮城県名取市愛島塩手野田山 48

<sup>4)</sup> 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

E-mail: <sup>1)</sup> sakuta@sal.tohoku.ac.jp

あらまし 本研究では、印象変換ベクトル法を顔の高次印象変換に応用し、印象の加算性・非加算性について検討した。印象変換ベクトル法ではまず、顔画像を形状とテクスチャ情報に分けて多次元ベクトルとして表現する。多次元ベクトルの内包する膨大な情報を主成分分析法により圧縮し、さらに印象変換ベクトルにより変位を行うことで、顔の印象を変換することができる。本研究では、セマンティック・ディファレンシャル (SD) 法によって定義される、顔の印象を規定する主要 3 因子 (積極性・力量性・品性) のそれぞれについて印象変換を行い、形状とテクスチャの印象変換が顔全体の印象にどのような変化をもたらすかを検討した。その結果、積極性と力量性については、形状とテクスチャの印象が顔全体の印象に加算的に働くことが示されたが、品性印象では、形状とテクスチャどちらかの印象因子得点が低いと、全体の印象も低品性のままほとんど変化しないという印象の非加算性が見られた。

キーワード 顔画像, 感性情報処理, 顔の印象, 印象変換ベクトル, セマンティック・ディファレンシャル (SD) 法, 因子分析

## Non-additive characteristics of the facial impressions regarding Evaluation factor examined by the impression transfer vector method

Yuiko SAKUTA<sup>1),2)</sup> Hanae ISHI<sup>3)</sup> Yukie NAKAHARA<sup>4)</sup> Shigeru AKAMATSU<sup>4)</sup> and Jiro GYOBA<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Department of Psychology, Graduate School of Arts & Letters, Tohoku University,  
Kawauchi 27-1, Aoba-ku, Sendai 980-8576 Japan

<sup>2)</sup> The Japan Society for the Promotion of Science

<sup>3)</sup> Department of Design and Computer Applications, Miyagi National College of Technology  
48 Nodayama, Medeshima-Shiote, Natori-shi, Miyagi, 981-1239, Japan

<sup>4)</sup> Department of System Control Engineering, Faculty of Engineering, Hosei University  
Kajino-cho 3-7-2, Koganei-shi, Tokyo 184-8584 Japan

E-mail: <sup>1)</sup> sakuta@sal.tohoku.ac.jp

**Abstract** We examined the additive or non-additive characteristics of facial impressions by applying the impression transfer vector method to the higher-order impressions. In the impression transfer vector method, face images are physically represented in multiple dimensional vectors by separating the shape and texture information, and large variations in their appearance are coded into a smaller number of parameters by applying PCA. Then morphable models of face images are constructed with these parameters. In this study, we applied this method to the three main factors of impressions (Activity, Potency, Evaluation) defined by Semantic differential (SD) method and examined the effects of impression transfer of shape and texture on the whole facial impressions. We found the non-additive characteristics of the impressions of shapes and textures relating to Evaluation factor whereas we obtained the additive impression properties regarding Activity and Potency.

**Keyword** facial images, KANSEI information processing, facial impressions, impression transfer vector, Semantic differential (SD) method, factor analysis

## 1. 背景

人間にとって、顔は特別な意味を持つ社会的刺激である。顔を見れば、その人の性別やおおよその年齢、あるいは性格特性や身体的魅力の程度まで、さまざまなことが推測される。本研究では、我々は顔から喚起される「暖かい」や「品のよい」のようなさまざまな感性的印象に注目し、顔の持つ物理情報とそれらの印象との関連性について検討した。特定の物理パラメータの操作によって、特定の印象を操作することができれば、より好ましい印象を喚起させるような擬人化エージェントの作成や化粧法の提案など、様々な分野で応用が可能であろう。

### 1.1. 印象と物理情報に関する研究

これまで、顔から生じる印象や魅力といった主観的判断と物理情報の関係について、様々な角度から研究が行われてきた。ここでは主に3つのアプローチを紹介する。

まず、最もシンプルで操作が容易である研究として、顔の線画を使ったものがある[1][2]。男性顔の線画を用いた実験により、幼児的な大きい目が魅力を高めること[2]、太い眉、小さい目、薄い唇、角張ったあごがより高い支配性や、高い魅力につながること[1]が示唆された。

次に、実際の顔画像を用いて、対応点間の距離などの測定値と心理量の相関をとったもの[3][4][5][6]がある。身体的魅力と物理的測定値との相関については、男性顔では新生児的特徴である大きな目と、成熟した特徴である太い眉、突き出た頬骨、大きなあごが魅力と相関があり[4]、女性顔では新生児的特徴である大きな目と小さな鼻領域、成熟した特徴である高い頬骨と狭い頬がそれぞれ魅力評定値と相関していた[3]。これらの知見は、線画を用いたものと一致する。

3つ目のアプローチとして、顔の物理情報について、個々の特徴間の距離や特徴の大きさなどを測定するのではなく、画像処理の技術を応用して、主成分分析(Principal Component Analysis: PCA)により物理的特徴と心理的変数との関係を調べるといった試みが盛んになってきている[7][8]。顔に含まれる膨大な情報について、主成分分析などの多変量解析法を用いて次元を圧縮することにより、比較的少数の次元により表現することが可能となる。本研究でも、主成分分析法を応用した画像の合成により、特定の印象に寄与する物理情報の検討を行なった。

### 1.2. 印象の加算性・非加算性

本研究では、印象の測定にセマンティック・ディファレンシャル法(SD法)を使用した。SD法は、Osgood

らによって開発され[9]、現在では絵画や音楽など様々な対象の印象や情緒的意味の定量的分析に広く用いられている。SD法では一般に、「暖かい-冷たい」のような形容語対を多数用いて、5段階ないしは7段階での評定を行なう。評定データについて因子分析を行なうと、文化や刺激の種類を問わず、ほぼ一貫して「活動性」「力量性」「評価性」の3因子が主に抽出されることが多くの研究によって示されてきた。活動性は「活発な-非活発な」などの形容語によって代表され、温度や興奮、速さなどを内包する。力量性は力や重さ、強さなどを表し、「力強い-弱々しい」などの形容語を含む。評価性はより主観性や情緒性の高い「好きな-嫌いな」「美しい-醜い」などを含む。

Osgoodらは、評価性因子について、「悲観的評価の粘着性(Pessimistic evaluative stickiness)」傾向を見いだしている[9][10]。単語どうしを組み合わせた場合、どちらかの単語がネガティブな意味合いを持つとき、全体としての印象がネガティブな方向に傾いてしまう。この傾向は評価性のみに見られ、活動性や力量性では見られなかった。色と形や映像と音楽の組み合わせについても、同様の傾向が見いだされている[11]。活動性や力量性では個々の刺激の印象から全体の印象を予測する回帰式が有意となり、印象が加算的に働くことが示されたが、評価性についてのみ、全体の印象が予測できず、印象の非加算的性質が確認されている[11]。

また、顔の形状とテクスチャの印象についても、評価性(品性)の次元でのみ非加算的に働く可能性が示唆されている[12]。本研究では、このような評価性印象の非加算的性質に注目し、顔の形状とテクスチャそれぞれの印象が顔全体の印象におよぼす影響について、より詳細に分析を行なうことを試みた。

### 1.3. 印象変換ベクトル法による顔画像の印象変換

筆者らは先行研究[13][14]において、顔の印象を規定する品性(Osgoodらの評価性因子と対応)、積極性(活動性因子と対応)、力量性因子それぞれの印象について、印象変換ベクトル法[15]を適用し、以下に示すような手順で印象の変換を行なった。

まず、ATR表情データベース[16](男性・女性各10名ずつ計20名×10表情=200パターン)の顔画像で構成されるサンプル集合に含まれる各顔パターンに対して、顔画像のモーフィング用ソフトウェア(FUTONシステム[17])を用いて、パターンの正規化処理を行った後、顔パターンの形状とテクスチャをそれぞれ表す多次元ベクトルを抽出した。ここで、形状ベクトルはFUTONシステムにおいて用いられる顔の特徴点の位置情報、テクスチャベクトルは各画素の濃淡値の情報により定義される。

次にサンプル集合について得られた形状またはテクスチャを表す多次元ベクトル  $\mathbf{X}$  に対して主成分分析を行い、次元圧縮を行った。形状とテクスチャのそれぞれについて得られた低次元のベクトル  $\mathbf{f}$  から、印象評定実験の結果にもとづき、印象変換に使用するパラメータとしての成分を選択した。本研究では、形状ベクトルとテクスチャベクトルについてそれぞれ 30 次元、40 次元に次元圧縮を行い、このうち印象の変化に特に寄与すると考えられる 10 成分を用いて印象変換ベクトルを求めることとした。

そして、サンプル集合に含まれる顔画像について、印象評定実験によって積極性印象（あるいは力量性印象）の高い顔と低い顔（30 パターンずつ）の 2 グループをあらかじめ選定しておき、これら 2 グループの顔パターンから得られる形状とテクスチャそれぞれのパラメータ・データにもとづき、Fisher の線形判別法によって印象変換ベクトル  $\mathbf{e}$  を算出した。そして任意の顔パターンに対して、(1)式に示すようにその形状とテクスチャを表す  $\mathbf{f}$  を印象変換ベクトル  $\mathbf{e}$  の方向に変化させることによって、印象を操作した顔イメージの生成を行った。

$$\hat{\mathbf{f}}_c = \mathbf{f} + q_c \delta \cdot \mathbf{e} \quad (1)$$

ここで、 $\delta$  は  $K$  次元パラメータ空間上の 2 クラスの平均ベクトル間距離を定数で割って求まる係数であり、 $q_c$  は先に求めた  $\delta$  を基準として定める印象変換ベクトル  $\mathbf{e}$  に対する重み係数である。印象変換処理を行なう顔パターンとしては、表情データベース内の顔画像全て（380 枚）について、形状ベクトルとテクスチャベクトルをそれぞれ平均化して得られる「平均顔」を用

いた。

以上の手法によって印象変換を行なった顔画像について、さらに印象評定実験を行い、印象変換の心理物理学的妥当性を確認した[13][14]。本研究では、上記の手法で作成された顔画像を用いて、印象の加算性・非加算性について検討した。

## 2. 印象評定実験

印象変換が施された顔画像について、印象評定を行なった。今回は、品性印象変換画像については櫻井ら[13]、積極性・力量性印象変換画像については伊師ら[14]に掲載されたデータを用いて、再分析を行なった。ただし、品性については、2 種類のパラメータ選択手法（手法 A と B）を用いていたが、主成分分析の結果を元に固有値の大きい方の次元から選択する手法 A は印象変換にあまり効果がないことが確認されたため、印象評定の結果を元に印象変換に大きく寄与すると考えられる次元のみを選定する手法 B で作成した画像のデータのみを用いる。積極性・力量性印象変換でも、手法 B のみを用いている。

### 2.1. 方法

評定者：品性印象変換画像については、宮城県の国立大学または東京都の私立大学に在籍する大学生および大学院生 108 名（男性 54 名、女性 54 名）、積極性・力量性変換画像については、宮城県の国立大学、高等専門学校、または東京都の私立大学に在籍する大学生および大学院生 81 名（男性 41 名、女性 40 名）が評定を行なった。評定データに評定者群による差がないか、評定者群（2 または 3）×評定値（10）の 2 要因分散分

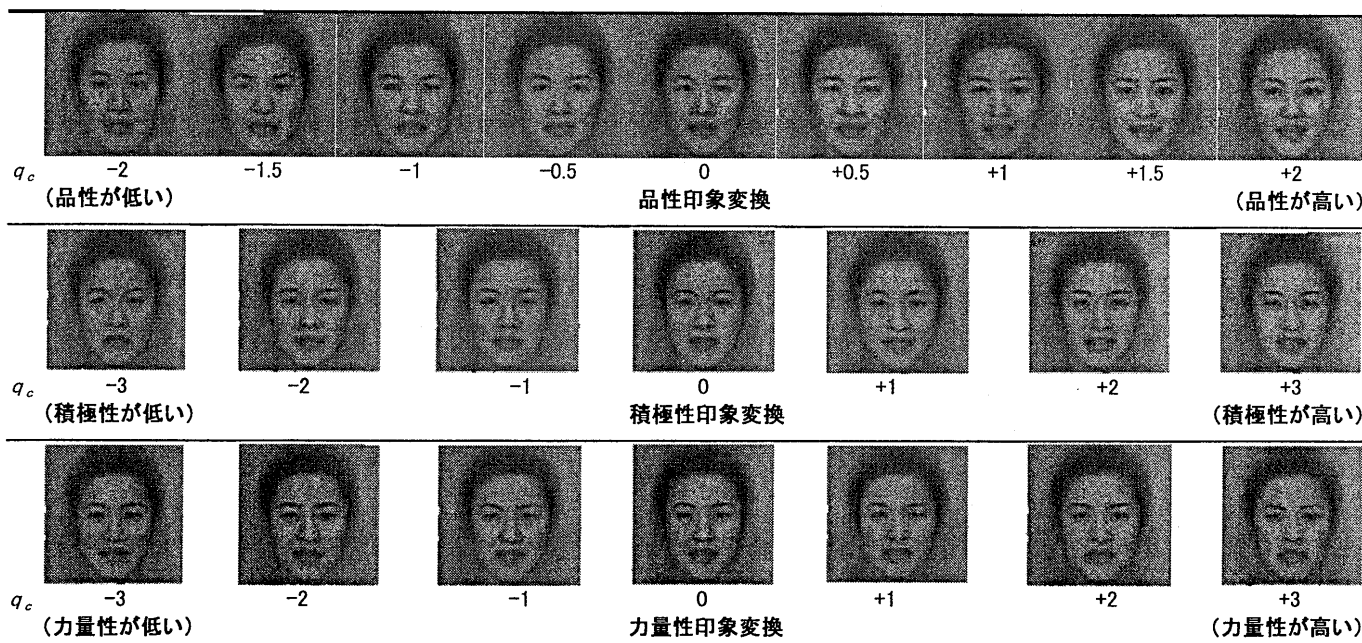


図 1 印象変換ベクトルにより作成された顔画像の例 ( $q_c$  は操作の程度。ここではテクスチャと形状をともに同程度に操作した場合の例を示す。)

析を行なった。その結果、主効果・交互作用とも有意な差が見られず ( $F(1,52) = 2.482, p = .121$ ;  $F(9,468) = 0.719, p = .692$ ;  $F(2,78) = 0.288, p = .750$ ;  $F(18,702) = 0.927, p = .545$ )、データの等質性が確認されたため、全データを合わせて用いた。

顔画像：品性印象変換画像については、(1)式の  $q_c$  を  $-2.0 \sim +2.0$  の範囲で、1.0 刻みで 9 段階に変化させて合成した。積極性・力量性については  $-3.0 \sim +3.0$  の範囲で、1.0 刻みで 7 段階に変化させて合成した。これらの幅の違いは、合成画像を目視した際に顔画像として不自然でない範囲で、かつ印象に変化があると確認されたものという基準で選定された。品性では形状・テクスチャともに 9 段階ずつ存在するので、 $9 \times 9 = 81$  パターンの顔画像が合成された。積極性・力量性については  $7 \times 7 = 49$  パターンずつの顔画像が合成された。全ての画像は A6 サイズの用紙に印刷された。印象変換ベクトルに基づいて印象を変換した顔画像の例を図 1 に示す。

評定用紙：先行研究[6][15][18]に基づき、10 対の形容詞対を使用した(表 1 参照)。これらの形容詞対の評定は、中央に「どちらでもない」をとり、両端に向かってそれぞれ「やや」、「かなり」、「非常に」で計 7 段階とした。形容詞対の極性や順序を入れ替えた評定用紙を 3 種類作成し、評定者に割り当てた。

手続き：品性変換画像については、刺激セットの 4 分の 1 の画像 (20 枚) に平均顔を加えた計 41 枚の顔画像を 1 人の評定者が評定した。積極性・力量性変換画像については、1 人の評定者が 33 枚 (積極性・力量性変換画像 16 枚ずつ+平均顔 1 枚) の画像を評定した。

## 2.2. 結果

品性変換画像、積極性・力量性変換画像のデータそれぞれについて別々に因子分析 (主因子法・バリマックス回転) を行なった結果、ほぼ同様の因子構造が確認された[12][13][14]ため、両データを合わせ、因子分析を行った。その結果、3 因子が抽出された。バリマックス回転後の因子負荷量を表 1 に示す。先行研究[9]を参照すると、第 1 因子は活動性 (代表的形容語: 「明るい-暗い」、「外向的な-内向的な」)、第 2 因子は評価性 (「品のある-品のない」、「優秀な-無能な」)、第 3 因子は力量性 (「力強い-弱々しい」、「厳しい-優しい」) に相当すると考えられる (累積寄与率 56.768%)。本研究では、因子に含まれる形容語などを考慮して第 1 因子から順に積極性、品性、力量性と命名した。

## 3. 因子得点を用いた回帰分析

各刺激について、3 因子の因子得点を算出した。図 2-1~2-3 に、それぞれ品性、積極性、力量性印象変換

表 1 バリマックス回転後の因子負荷量

	第1因子	第2因子	第3因子
<b>第1因子(積極性)</b>			
内向的な-外向的な	.803	.159	-.043
明るい-暗い	.795	.270	.189
目立ちにくい-目立ちやすい	.633	.204	-.121
若々しい-老けた	.483	.300	.137
<b>第2因子(品性)</b>			
品のない-品のある	.184	.693	.349
無能な-優秀な	.283	.657	.014
魅力的でない-魅力的な	.500	.601	.292
<b>第3因子(力量性)</b>			
厳しい-やさしい	.147	.174	.760
力強い-弱々しい	-.435	-.080	.684
男性的な-女性的な	.093	.247	.506
固有値	2.495	1.602	1.580
因子寄与率(%)	24.950	16.016	15.802
累積寄与率(%)	24.950	40.966	56.768

ベクトルを用いて、形状とテクスチャの印象を操作したときの因子得点の変化を示す。横軸にテクスチャ操作の程度 ( $q_c$ )、縦軸に因子得点を取り、形状操作の程度ごとにプロットし近似直線を描いた。

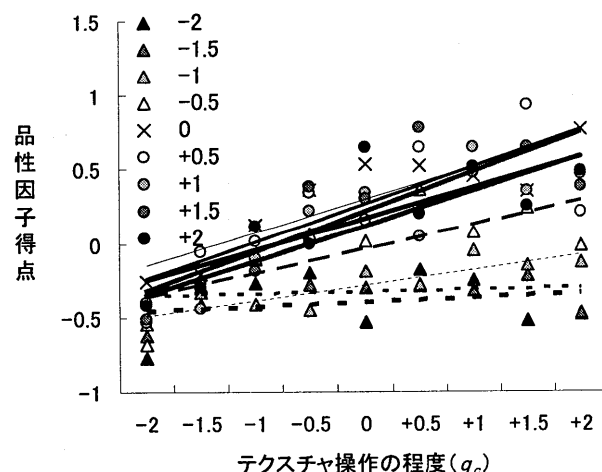


図 2-1 品性印象操作による品性印象の変化

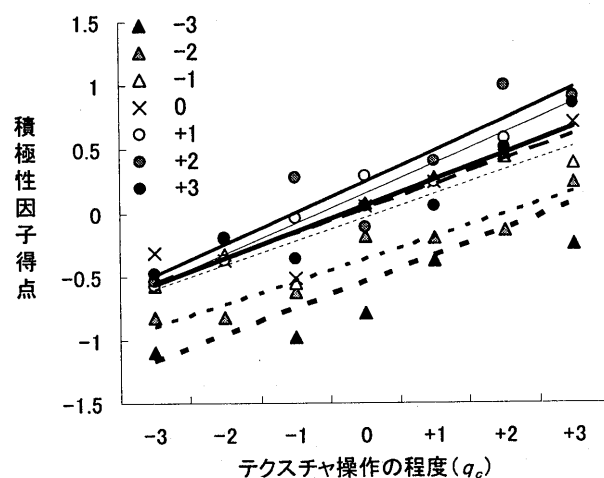


図 2-2 積極性印象操作による積極性印象の変化



の形だけを変えるのではなく、肌の色の濃淡なども考慮することが重要であると考えられる。積極性や力量性では印象が加算的に働くので、たとえば目元だけを積極的な印象にしたり女性らしくしたりすることで、顔全体の印象も変化すると考えられる。

## 5. 結論

本研究では、印象変換ベクトル法を顔画像から判断される多様な高次印象に適用し、顔全体の印象における形状の印象とテクスチャの印象の寄与について定量的に分析を行なった。その結果、積極性・力量性印象では印象の加算的特性が、品性印象では印象の非加算的特性が見られた。このように、印象変換ベクトルを心理実験の刺激作成に応用すれば、これまで厳密に扱うのが困難であった顔の印象について定量的に操作し、実験要因として用いることが可能となる。今後はこのような基礎的研究での利用や実用場面への応用など、多様な側面での活用が期待される。

## 謝辞

本研究の一部は、日本学術振興会の科研費(基盤研究(B)15300076, および 18300076)の助成を得た。FUTONシステムならびに顔データベースは、(株)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開発・収集されたものである。開発・整備に携わった関係各位に感謝します。また、実験者として実験に協力して頂いた学生諸氏および評定者の方々に感謝いたします。

## 文 献

- [1] L. Z. McArthur, and K. Apatow, "Impressions of babyfaced adults," *Social Cognition*, vol. 2, pp.315-342, 1983-1984.
- [2] C. F. Keating, "Gender and the physiognomy of dominance and attractiveness," *Social Psychology Quarterly*, vol.48, pp.61-70, 1985.
- [3] M. R. Cunningham, "Measuring the physical in physical attractiveness: Quasi-experiments on the sociobiology of female facial beauty," *Journal of Personality and Social Psychology*, vol.50, pp.925-935, 1988.
- [4] M. R. Cunningham, A. P. Barbee, and C. L. Pike, "What do women want? Facialmetric assessment of multiple motives in the perception of male facial physical attractiveness," *Journal of Personality and Social Psychology*, vol.59, pp.61-72, 1990.
- [5] 箱田裕司・尾田政臣・原口雅浩・吉崎志保・赤松茂, "顔の物理的特徴と性格印象," *信学技報*, HIP99-68, pp.25-28, 2000.
- [6] 山口真美・加藤隆・赤松茂, "顔の感性情報と物理的特徴との関連について一年齢/性の情報を中心の一," *電子情報通信学会論文誌 A*, vol.J79-A No.2, pp.279-287, 1996.
- [7] M. Burton, V. Bruce, and P. J. B. Hancock, "From pixels to people: A model of familiar face recognition," *Cognitive science*, vol.23, no.1, pp.1-31, 1999.
- [8] A. J. O'Toole, K. A. Deffenbacher, D. Valentin, K. McKee, D. Huff, and H. Abdi, "The perception of face gender: The role of stimulus structure in recognition and classification," *Memory & Cognition*, vol.26, pp.146-160, 1998.
- [9] C. E. Osgood, G. Suci, and P. H. Tannenbaum, *The Measurement of Meaning*. Urbana: University of Illinois Press, 1957.
- [10] 岩下豊彦, *SD 法によるイメージの測定*, 川島書店, 1983.
- [11] T. Oyama, H. Yamada, and H. Iwasawa, "Synesthetic tendencies as the basis of sensory symbolism: a review of a series of experiments by means of semantic differential," *Psychologia*, vol.41, pp.203-215, 1998.
- [12] 伊師華江・櫻井輝子・作田由衣子・赤松茂・行場次朗, "顔の高次印象合成法とその感性心理学的妥当性," *日本顔学会*, Sept. 2006.
- [13] 櫻井輝子・伊師華江・作田由衣子・行場次朗・赤松茂, "印象変換ベクトル法による顔の高次印象の合成とその感性心理学的妥当性," *信学技報*, HIP 2005-158, pp25-30, March, 2006.
- [14] 伊師華江・作田由衣子・中原幸枝・赤松茂・行場次朗, "印象変換ベクトル法による顔の高次印象操作の心理学的評価," *信学技報*, HIP 2007, March, 2007 発表予定.
- [15] 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.
- [16] 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.
- [17] 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.
- [18] Y. Sakuta and J. Gyoba, "Facial impressions and facial memory: Evidence for potential factors mediating the effects of distinctiveness and attractiveness," *Tohoku Psychologica Folia*, vol.62, pp.75-85, 2003.
- [19] D. E. Kanouse, and L. R. Hanson, "Negativity in evaluations." In E. E. Jones, D. E. Kanouse, H. H. Kelley, R. E. Nisbett, S. Valins & B. Weiner (Eds.) *Attribution: Perceiving the cause of behavior* (pp. 47-62). Morristown, N. J.: General Learning Press. 1972.
- [20] D. L. Hamilton, & L. J. Zanna, "Differential weighting of favorable and unfavorable attributes in impressions of personality," *Journal of Experimental Research in Personality*, vol. 6, pp.204-212, 1972.
- [21] N. K. Smith, J. T. Cacioppo, J. T. Larsen, and T. L. Chartrand, "May I have your attention, please: Electrocortical responses to positive and negative stimuli," *Neuropsychologia*, vol.41, pp.171-183, 2003.