

平成21年 5月28日現在

研究種目： 基盤研究 (B)  
 研究期間： 2006～2008  
 課題番号： 18300076  
 研究課題名 (和文) 顔と物体の高次視覚印象の予測モデルと共通的感性にもとづく造形デザインへの応用  
 研究課題名 (英文) Modeling higher-order visual impression dominant on face and 3D object and its application to impression-driven design scheme in manufacturing  
 研究代表者  
 赤松 茂 (AKAMATSU SHIGERU)  
 法政大学・理工学部・教授  
 研究者番号： 50339503

## 研究成果の概要:

視覚パターンの高次印象を人為的に操作できる印象変換ベクトル法に関して、その対象を顔の2次元画像から3次元像へ、さらには、車のボディという3次元の人工造形物へと拡張し、好みのデザインの創成につながる応用の可能性を示した。また、顔の見え方を規定している種々の要因を独立に制御して生成できる顔の3次元モデルを用いて視線知覚の特性を探るとともに、顔画像からの高次視覚印象の知覚に特徴的な諸特性を明らかにした。

## 交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2006年度	6,000,000	1,800,000	7,800,000
2007年度	6,200,000	1,860,000	8,060,000
2008年度	2,400,000	720,000	3,120,000
年度			
年度			
総計	14,600,000	4,380,000	18,980,000

## 研究分野： 総合領域

科研費の分科・細目： 情報学・感性情報学、ソフトコンピューティング

キーワード： 感性情報処理、高次視覚印象、画像認識、画像生成、造形デザイン、顔の情報処理、視線知覚

## 1. 研究開始当初の背景

人間は、3次元物体の視覚像から、その対象物体の種々の属性が喚起するさまざまな印象を感受している。それらの印象の中には、例えば対象がかもし出す魅力や品性というように、複数の印象要因から総合的に判断される多義的・統合的な高次視覚印象も含まれる。もちろん高次視覚印象は観察者個々人の個性によって左右される面もある。しかし、例えば人間の「顔」のような自然物であれ、あるいは、工業製品のような人工的構造物であれ、物体が属するクラスを特定すれば、個々の対象の3次元形状あるいは色や滑らかさなどの表面の特性といった物理的

特徴や、対象に対する視点方向などの観察の物理的条件から、対象が多数の観察者に共通して与えうる高次視覚印象を規定するモデルを導くことができる、という仮説をたてることもできる。

このような観点で研究代表者らは、平成15-17年度の3年間、科学研究費補助金を受けて、基盤研究(B)「顔の多義的・統合的印象を創出する高次元ダイナミックモデルの構築とイメージ処理応用」を遂行してきた。本研究は、この先行研究の成果をふまえ、研究対象とする視覚像の範囲、視覚像の観察条件、工学的な応用の領域に関して新たな視点をおりこみ、発展させようとしたものである。

本研究によって予想される成果は、人間の感性認知メカニズムに関する新たな科学的な知見が得られるだけにとどまらず、将来の「ものづくり」に与える技術面でのインパクトも大きいと考えている。今日では多くの工業製品において、それらが市場で受け入れられるためには、ユーザが魅力的と感じるようなデザインが重要なことは広く認識されている。多くのユーザに魅力的なものと受け入れてもらえるデザインの選択は専門家(デザイナー)の経験と見識に任されているのが一般的である。しかし、一般ユーザと専門家の感性の間に乖離が生じている場合には、ユーザが真に欲しているデザインが陽の目をみないという問題も生じる。これに対して、本研究によって多数の観察者の共通の感性にマッチしたデザイン創出法の有効性が確かめられれば、幾つかのデザイン事例に対する印象の評定を多数の一般ユーザを対象として行い、その結果の分析によって、3次元物体のより魅力的な造形を創出することができるようになる。これは、1人1人の満足度が問われる多品種少量生産の時代の造形デザイン法として重要な基盤技術になりうるものと期待される。

## 2. 研究の目的

自然物としての人間の顔、あるいは、その構造に一定の共通性を有するという意味で特定クラスに所属するとみなせるような人工造形物などの3次元物体について、それらの視覚像から人によって感受される魅力や品性などのいわゆる高次の視覚印象を対象として、以下の課題の解決を目標に、研究に取り組んだ。

(1) 3次元物体の物理的特徴やその観察条件の変化に対して、それらの視覚像から多数の観察者に共通して喚起される魅力や品性等の高次の視覚印象を予測するモデルを提案し、その有効性を検証するとともに、高次の視覚印象に特有な認知特性を明らかにする。

(2) 人工造形物については、上記のモデルにもとづいて、物体の物理的特徴を操作・変換することによって、多くの観察者の共通の感性とマッチした造形デザインを創出する可能性を示す。

## 3. 研究の方法

(1) 前項で挙げた(1)の目標に関しては、平成15-17年度の基盤研究(B)「顔の多義的・統合的印象を創出する高次元ダイナミックモデルの構築とイメージ処理応用」の成果である、顔モーフィングモデルにもとづく印象変換ベクトル法をとりあげ、対象とする視覚像の種別、視覚像の観察条件、印象変換の数学的原理に関して更に発展させるべく、以下の課題に取り組んだ。

① 形状の多様性をモーフィングモデルの少数のパラメータで表現することによって高次印象の操作が行える印象変換ベクトル法を、顔や人工造形物などの3次元物体にも適用するためには、形状の異なる3次元物体を構成する特徴点の間

で対応関係を求める必要がある。同一クラスに属する異なる3次元物体のサンプル同士の間で、自動的に対応付けを行う手法として、2枚の曲面を位置合わせする手法として知られる Iterative Closest Point 法(ICPアルゴリズム)の適用を検討し、併せて、こうして得られた顔の3次元像に対する印象変換の有効性について検討した。

② モーフィングモデルによって顔の個人差による3次元像の変動を生成することに加えて、視線の動きや表情の変化といった顔の見え方を規定している要因を独立に制御できる3次元顔CGモデルを構築し、これを視覚刺激として用いた心理実験によって、顔の動的変化が高次印象の認知に与える影響に関して、実験的な検証を行った。

③ 印象変換ベクトル法によって、特定次元の高次印象の変換強度を統制することで生成された一連の合成顔画像を視覚刺激として、顔に関する評価性、活動性、力量性、魅力などの高次視覚印象の特性を実験心理学的手法によって明らかにする検討を行った。

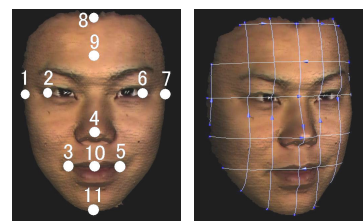
(2) 前項の(2)の目標に関しては、3次元形状にさまざまな多様性を内包する人工造形物の例として、自動車のボディをとりあげ、車種に応じたボディ形状の多様性を少数のパラメータで表現できる3次元モーフィングモデルを構築し、そのパラメータを印象変換ベクトル法を用いて操作することにより、好みの印象を与えるようなデザインを創成する可能性について検討する。

## 4. 研究成果

(1) 顔の3次元モーフィングモデルの自動生成と顔の印象変換への応用

① レンジファインダを用いて得られる顔の距離画像を入力として、その3次元形状を印象変換ベクトル法によって操作し、3次元顔モデルの印象変換を行う手法について検討した。その前提として、顔の3次元形状の多様性を少数のパラメータで表した3次元モーフィングモデルを構築するために、顔のもつ3次元形状を多次元ベクトルによって表現する必要がある。これを自動化する方法として、下図のように、予め標準顔に基準となる特徴点を目視で定義し、これらから定まる顔の小領域毎に顔面を一定間隔で再サンプリングして得られた点からなるテンプレートを用意した。入力顔の距離画像を ICP (Iterative Closest Point)アルゴリズムを用いてテンプレートに整合させて、テンプレートの各点に対する対応点を求めることで、多次元ベクトルを抽出するという手法を提案した。

顔形状を表す多次元ベクトルを求める代替手法として、カラー情報によって抽出された幾何学的特



徴点を基準点として、顔表面を再サンプリングする方法も検討した。その結果、ICP アルゴリズムによって自動抽出された多次元ベクトルを、顔の個人識別に用いた場合の安定性という観点で評価したところ、目視によって基準点を抽出した場合には劣るものの、顔の形状に着目した提案手法は、カラー画像処理によって基準点を抽出するという代替手法よりも優れていることが確認された。

② 自動生成が可能となった顔の3次元モーフィングモデルの応用として、印象変換ベクトル法を用いて顔をより男性的／女性的に変化させるという性差に関する印象変換を実施し、2次元画像を用いた印象変換との比較を行った。下図にその結果の一例を示す。

対象	姿勢	男性			女性		
		女性らしく ←	元画像	→ 男性らしく	女性らしく ←	元画像	→ 男性らしく
3次元顔モデル	正面						
	斜め30度						
2次元顔画像	正面						

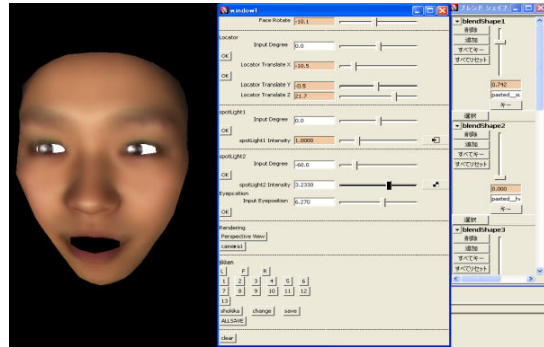
2次元顔画像による印象変換との有効性の厳密な比較評価は、2次元顔画像は頭髪部を含むのに対して3次元モデルは含まないという実験条件の違いもあって、明確な結論は得られなかった。しかし、3次元顔モデルに対する印象変換操作は、正面顔として提示された場合よりも斜め顔として提示された場合の方がその効果が大きいことがわかった。これは、未知人物の顔の再認は、速度と精度の両面において、正面顔よりも斜め顔の場合に促進されるという顔認知に関する実験的知見とも関連がありそうであり興味深い。

(2) 任意人物の顔をもち、表情・視線の動きを制御できる3次元エージェントによる視線知覚の諸特性の解明

① 顔の3次元モーフィングモデルを用いると、少数のパラメータによって任意人物の顔の多様性を表現できる。また、顔エージェント生成ツール Galatea Toolkit によれば、表情を表出する顔の3次元モデルを生成できる。本研究では一つのサンプル顔を仲立ちとして、2つのモデルの対応づけを行い、下図の平均顔の例のようにモーフィングモデルから計算によって合成された顔について、様々な表情の生成が可能になった。



また、視線の動きを自在に制御できるようにするため、3Dモデリングソフトの Maya を用いて眼球モデルを作成し、これを Galatea のワイヤーフレームモデルと結合することによって、下図に示すような Maya 上の操作画面で3次元顔の視線や表情を自在に制御することが可能となり、さまざまな提示条件下における視線知覚の心理実験が容易となった。



② 視線方向の知覚については、他者の頭部の向きや光源の向きなどが重要な要因となることが知られている。ここでは顔の三次元CGモデルを用い、視線方向の知覚特性と「自分と目が合う」位置への眼球制御による定位特性を調べた。頭部の回転角度および光源の向きによる影響を要因として解析を行った。その結果、他者の頭部の向きならびに光源の向きが正面から逸れる角度が増加するに従って、知覚されるずれも増加することが明らかになった。また傾向として、光源の位置とは反対方向に視線を感じるということがわかった。さらに、「正面を向いている」とする判断と、「自身と目が合う」という判断はその領域が異なることが明らかになり、照明や他者の頭部などの物理的情報とともに、判断される課題内容に従って視線知覚が変動することが明らかになった。

(3) 印象変換ベクトル法によって明らかにされた顔の高次印象の知覚に関する諸特性

① SD法を用いて明らかとなった顔の印象を規定する主要3因子(積極性・力量性・評価性)のそれぞれについて、印象変換ベクトル法によって顔画像の印象変換を行った時、形状の印象変換操作の程度とテクスチャの印象変換操作の程度が顔全体の印象にどのような変化をもたらすかについて検討した。その結果、積極性や力量性の印象で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いたが、評価性の印象では形状あるいはテクスチャのどちらか一方でも低評価である場合には、他方の印象を操作しても顔の全体的な評価性印象は低評価のままほとんど変化しないことがわかり、印象の非加算的な特性が確認された。

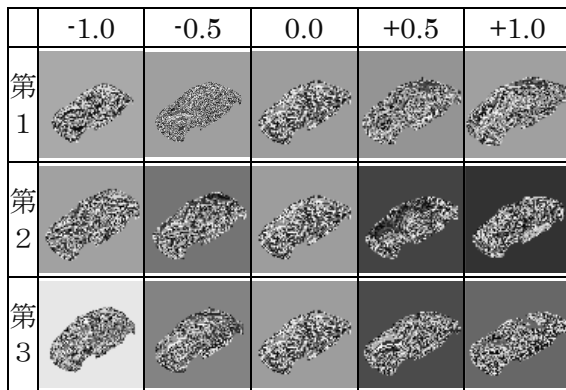
② 顔の高次印象の認知における心理的・表情的な慣性効果を心理実験によって確認することを目標として、評定者には、特定の印象を強くも

つ顔画像から平均顔へと滑らかに変化するアニメーションを観察させて、最後に表示される平均顔についての印象評定を行わせた。ここではSD法を用いた先行研究によって、顔の高次印象の基本次元として集約される積極性・力量性・評価性の3因子について、印象変換ベクトル法によって定量的に操作した顔画像を視覚刺激として使用した。実験の結果、高次印象における慣性効果は、個々の特定の印象に区別的に生じるものではなく、複数の印象タイプにわたって広く生じることが示された。

(4) モーフィングモデルを用いた印象操作にもとづく造形物のデザイン

① 3次元物体の視覚印象に影響するパラメータを、既存形状に対する印象評定結果に基づく計算によって決定する手法の可能性を探った。3次元物体の一例として自動車のボディを取り上げた。合計19車種のプラモデルのボディ形状をレンジファインダで計測し、各形状を多次元ベクトルで表現した後、これらに主成分分析を適用することで、形状の多様性を少数のパラメータで表現した3次元モーフィングモデルが得られた。

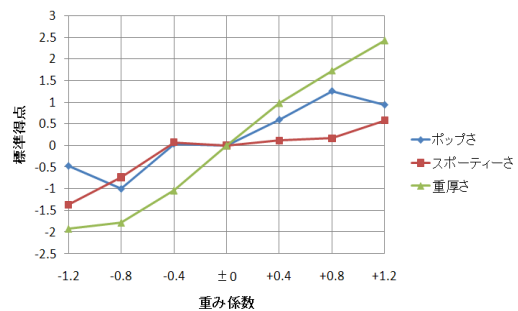
下図は、第1～第3のパラメータがそれぞれ表現する形状の変化を表す。既存のモデルが前提としていた多次元ベクトルによる形状表現に適合しないような特異な形状をもつサンプルを新たにモデルに取り込むことで、モデルが表現しうる物体の多様性の幅を拡大する手法も提案した。



② モーフィングモデルのパラメータを変化させて得られる多様な車体形状に対する多数の観察者の印象を Semantic Differential Method (SD法) によって定量化し、その結果に対して因子分析法を適用した結果、以下の因子負荷量の表に示すように、「ポップさ」、「スポーティーさ」、「重厚さ」などと解釈される3つの主要な印象因子が抽出された。

形容詞対	第1因子	第2因子	第3因子
四角いー丸い	0.90	0.11	-0.16
柔らかいー硬い	-0.81	-0.17	0.27
不細工ーかわいい	0.76	0.38	-0.30
古いー新しい	0.70	0.60	0.06
遅いー速い	0.20	0.89	-0.12
安いー高い	0.14	0.67	0.55
ダサイーおしゃれ	0.59	0.66	-0.23
小さいー大きい	-0.31	0.12	0.90
軽いー重い	-0.24	-0.24	0.89
累積寄与率(%)	34.46	59.92	83.70

モーフィングモデルのパラメータから、これらの印象因子の因子得点の変動にもっとも寄与するとみなされる変位成分を求め、これにより印象変換ベクトルを定義した。19車種のボディ形状の平均に対して、各印象因子についての印象変換ベクトルの強度を変化させながら操作することによって、多様なボディ形状を生成した。このように人為的に操作したボディ形状を対象に、サー斯顿の対比較法を用いて、多数の観察者に知覚される各印象因子の強さを調べた。そして、ボディ形状操作の強度に対して、対比較法による標準得点は以下のグラフに表すような推移を示した。これにより、それぞれの印象因子について、印象変換ベクトルによるモーフィングモデルのパラメータ操作によって、おおむね目標とする印象の変化をもたらすようなデザインが得られていることがわかり、3次元物体デザインでの印象操作に対する本アプローチの有効性を確認することができた。



5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計20件)

① Yuiko Sakuta, Hanae Ishi, Shigeru Akamatsu, Jiro Gyoba, Psychological evaluation of higher-order facial impressions synthesized by the impression transfer vector method, Kansei Engineering International, Vol.9, No.1, 2009 (印刷中) 査読有

② 稲葉善典, 河内純平, 伊師華江, 行場次朗, 赤松茂, 特異形状を含む3次元モーフィングモデルの作成法と印象操作に基づく造形物デザイン, 信学技報 IE2008-207, pp. 19-24, 2009 査読無

③ Yoshinori Inaba, Jumpei Kochi, Hanae Ishi, Jiro Gyoba, Shigeru Akamatsu, Impression-driven Design Scheme for a Class of 3D Objects Based on Morphable 3D Shape Model, and its Automatic Buildup by Supplementary Feature Sampling, Proc. of the IWAIT2009 (CD-ROM), 2009 査読有

④ Hanae Ishi, Yuiko Sakuta, Shigeru Akamatsu, Jiro Gyoba, A Face Image Generation System for Transforming Three Dimensions of Higher-order Impression, Proc. of the IWAIT2009 (CD-ROM), 2009 査読有

⑤ Yuiko Sakuta, Hanae Ishi, Shigeru Akamatsu, Jiro Gyoba, Psychological Evaluation and the Applicability of the Impression Transfer Vector Method for Synthesizing Higher-order Facial Impressions, Proc. of the IWAIT2009 (CD-ROM), 2009 査読有

⑥ 岩本一真, 関根祥介, 赤松茂, 蒲池みゆき, 視線判断に及ぼす頭部及び光源方向の影響 - 本当はあなたを見ていない -, 信学技報 HIP2008-128, pp. 31-36, 2008 査読無

⑦ 秋田友洋, 渡邊智行, 稲葉善典, 赤松茂, 局所的に定義された印象変換ベクトルによる顔画像の印象変換の試み, 信学技報 HIP2008-47, pp. 93-96, 2008 査読無

⑧ Sunao Kikuchi, Miyuki Kamachi, Shigeru Akamatsu, Building a 3D Model of the Face that Transmits an Arbitrary Combination of Identity, Facial Expression, and Gaze, 画像電子学会誌, Vol. 37, No. 3, pp. 189-195, 2008 査読有

⑨ 伊師華江, 中原幸枝, 稲葉善典, 赤松茂, 行場次朗, 動的に変化する顔パターンの視覚的慣性の検討 - 印象変換ベクトル法により操作した顔の高次印象を対象に -, 信学技報 HIP2007-166, pp. 43-46, 2008 査読無

⑩ 蒲池みゆき, 菊地直, 赤松茂, 3次元CG顔モデルの視線定位, 信学技報 HIP2007-167, pp. 47-52, 2008 査読無

⑪ 稲葉善典, 伊師華江, 行場次朗, 赤松茂, 3次元モーフィングモデルを用いた視覚的印象にもとづく3次元造形物デザインの試み, 信学技報 HIP2007-168, pp. 53-59, 2008 査読無

⑫ 作田由衣子, 伊師華江, 中原幸枝, 赤松茂, 行場次朗, 顔の印象が持つ加算的・非加算的特性的印象変換ベクトル法による検証, 日本顔学会誌, 第7巻, 第1号, pp. 65-76, 2007 査読有

⑬ 岡田裕也, 竹下直樹, 秋田友洋, 赤松茂, 3次元顔モーフィングモデルの自動生成と

顔の印象変換への応用, 日本顔学会誌, 第7巻, 第1号, pp. 111-120, 2007 査読有

⑭ 作田由衣子, 伊師華江, 中原幸枝, 赤松茂, 行場次朗, 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的の検証, 信学技報 HIP2006-130, pp. 13-18, 2007 査読無

⑮ 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合成法の心理学的評価, 信学技報 HIP2006-129, pp. 7-12, 2007 査読無

⑯ 菊地直, 仲里智志, 岡田裕也, 蒲池みゆき, 赤松茂, 自在な顔で表情や視線の動きを表出する3次元擬人化エージェントの作成 - 顔の3次元モーフィングモデルとGalateaモデルの対応付けと視線制御の実現 -, 信学技報 HIP2006-131, pp. 19-24, 2007 査読無

⑰ 岡田裕也, 竹下直樹, 赤松茂, ICPアルゴリズムによる顔の3次元モーフィングモデルの自動生成とその応用, 信学技報 IE2006-264, pp. 23-28, 2007 査読無

⑱ Teruko Sakurai, Tomohiro Akita, Yuha Okada, Hanae Ishi, Yuiko Sakuta, Jiro Gyoba, Shigeru Akamatsu, Automatic Face Image Generation System for Higher-Order Impression Transformation, Proc. of the IWAIT2007, pp. 572-577, 2007 査読有

⑲ Hiroyuki Katoh, Shigeru Akamatsu, Two-class Discrimination of Personal Attributes on Gabor-filtered Features of Facial Image, Proc. of the IWAIT2007, pp. 706-709, 2007 査読有

⑳ 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, 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, 信学技報, IE2006-111, pp. 35-40, 2006 査読無

[学会発表] (計15件)

① 河内純平, 稲葉善典, 赤松茂, 3次元モーフィングモデルを用いた印象にもとづく造形物デザインと新奇サンプルによるモデルの拡充, ViEW2008 ビジョン技術の実利用ワークショップ, 2008年12月4日, パシフィコ横浜

② 関根祥介, 稲葉善典, 永渕大輔, 蒲池みゆき, 赤松茂, 任意の人物・表情で顔の動きを制御できる3次元エージェントの生成, ViEW2008 ビジョン技術の実利用ワークショップ, 2008年12月4日, パシフィコ横浜

③ 稲葉善典, 河内純平, 赤松茂, 特徴点抽出による顔の3次元データの姿勢正規化・再サンプリングシステムの構築, 日本顔学会フォーラム顔学2008, 2008年10月12日, 東京大学

④ 秋田友洋, 渡邊智行, 稲葉善典, 赤松茂, サポート・ベクタから求めた印象変換ベクトルによる顔画像の印象変換の試み, 日

本顔学会フォーラム顔学 2008, 2008 年 10 月 12 日, 東京大学

⑤ 関根祥介, 稲葉善典, 永渕大輔, 蒲池みゆき, 赤松茂, 任意人物の顔で表情と視線の動きを制御できる 3 次元エージェントの生成, 日本顔学会フォーラム顔学 2008, 2008 年 10 月 11 日, 東京大学

⑥ Yuiko Sakuta, Hanae Ishi, Shigeru Akamatsu, Jiro Gyoba, Role of facial impressions and attractiveness on the mere exposure effect, European Conference of Visual Perception 2008, 2008 年 8 月 25 日, Utrecht

⑦ 稲葉善典, 河内純平, 伊師華江, 行場次朗, 赤松茂, 3 次元モーフィングモデルを用いた 3 次元造形物再構成とその印象変化, 映像情報メディア学会サマーセミナー「最先端ビジョン技術が拓く画像応用の新境地」, Aug. 2008 年 8 月 21 日, 那須高原

⑧ 作田由衣子, 伊師華江, 赤松茂, 行場次朗, 印象操作画像を用いた単純接触効果の検討, 日本認知心理学会第 6 回大会, 2008 年 6 月 1 日, 千葉大学

⑨ 作田由衣子, 伊師華江, 中原幸枝, 赤松茂, 行場次朗, 顔の印象における形状情報とテクスチャ情報の寄与, 日本顔学会フォーラム顔学 2007, 2007 年 9 月 29 日, 日本大学

⑩ 稲葉善典, 中原幸枝, 秋田友洋, 作田由衣子, 伊師華江, 行場次朗, 赤松茂, 印象変換ベクトル法による顔画像の高次印象変換の対比較法を用いた評価, 日本顔学会フォーラム顔学 2007, 2007 年 9 月 29 日, 日本大学

⑪ 菊地直, 蒲池みゆき, 赤松茂, 視覚コミュニケーション研究のための 3 次元顔の生成 - 3 次元モーフィングによる自在な顔で表情や視線の動きを表出する -, 日本顔学会フォーラム顔学 2007, 2007 年 9 月 29 日, 日本大学

⑫ 秋田友洋, 稲葉善典, 赤松茂, 印象変換ベクトル法による顔の高次印象操作の一評価, Media Computing Conference 2007, 2007 年 6 月 23 日, 大阪工業大学

⑬ 菊地直, 蒲池みゆき, 赤松茂, 自在な顔で表情や視線の動きを表出する 3 次元擬人化エージェント - 顔の 3 次元モーフィングモデルをベースとする表情生成と視線制御の実現 -, Media Computing Conference 2007, 2007 年 6 月 23 日, 大阪工業大学

⑭ 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, 印象変換ベクトル法による顔の高次印象の合成, 日本顔学会フォーラム顔学 2006, 2006 年 9 月 30 日, 芝浦工業大学

⑮ 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の感性心理学的妥当性, 日本顔学会フォーラム顔学 2006,

2006 年 9 月 30 日, 芝浦工業大学

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

赤松 茂 (AKAMATSU SHIGERU)

法政大学・理工学部・教授

研究者番号: 50339503

### (2) 研究分担者

行場 次朗 (GYOBA JIRO)

(2006.4.1~2009.3.31)

東北大学・大学院文学研究科・教授

研究者番号: 50142899

蒲池 みゆき (KAMACHI MIYUKI)

(2006.4.1~2008.3.31)

工学院大学・情報学部・准教授

研究者番号: 70395101

伊師 華江 (ISHI HANA E)

(2006.4.1~2008.3.31)

宮城工業高等専門学校・助教

研究者番号: 10435406

作田 由衣子 (SAKUTA YUIKO)

(2007.4.1~2008.3.31)

早稲田大学・人間科学学術院・助教

研究者番号: 30454078

### (3) 連携研究者

蒲池 みゆき (KAMACHI MIYUKI)

(2008.4.1~2009.3.31)

工学院大学・情報学部・准教授

研究者番号: 70395101

伊師 華江 (ISHI HANA E)

(2008.4.1~2009.3.31)

宮城工業高等専門学校・助教

研究者番号: 10435406

作田 由衣子 (SAKUTA YUIKO)

(2008.4.1~2009.3.31)

早稲田大学・人間科学学術院・助教

研究者番号: 30454078