

## 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 25 年 5 月 31 日現在

機関番号：16201

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2010～2012

課題番号：22700814

研究課題名（和文） コミュニケーション機能の発達における顔色解析と情感表示インタフェースへの応用

研究課題名（英文） Facial Color Analysis in Development of Communication Function, and Its Application in Affective Display Interfaces

研究代表者

山田 貴志（YAMADA TAKASHI）

香川大学・教育学部・准教授

研究者番号：10321506

研究成果の概要（和文）：本研究では、バーチャル腕相撲システムの力覚提示に伴う赤面下での生体情報を解析した。具体的には、バーチャル腕相撲システムの静的な運動負荷に伴い、顔画像、顔面皮膚温、表情筋電図、呼吸の同時計測に基づく顔色の情動評価手法を提案した。本手法を用いて、静的な運動負荷に伴い、顔面皮膚温が上昇したときの顔色の色相が下降する現象は、大頬骨筋と皺眉筋の活動で鼻部が圧迫され、呼吸を一時的に止めることで生じる無酸素運動状態によるものである事例を得た。

研究成果の概要（英文）：In this study, we analyzed physiological information under a reddish facial color using a force display of a virtual arm wrestling system. More specifically, under a static load of the system, an emotional method for evaluating the facial color by simultaneously determining the facial image, facial skin temperature, facial electromyography, and respiration was proposed. Through this method, we found that a decrease in the hue of facial color when the facial skin temperature increases causes tension in the corrugator supercilii and zygomaticus major muscles and a relative shortage in oxygen, creating an anaerobic state.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	2,500,000	750,000	3,250,000
2011年度	500,000	150,000	650,000
2012年度	500,000	150,000	650,000
年度			
年度			
総計	3,500,000	1,050,000	4,550,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：科学教育・教育工学

キーワード：ヒューマンインタフェース、情動、乳児、顔色、アバタ

### 1. 研究開始当初の背景

人間が力んでいるときに表れる顔は、表情の変化だけでなく、顔色の変化も表れていると、興奮、疲労、身の危険の存在などの情感の強度を認知する度合いも異なる。従って、

顔色は、情感の強度を伝達するコミュニケーション機能として、一役を担っているものと推察される。そのため、力覚提示に伴う生理指標と情動、情動と顔色、表情と顔色の関連性を明らかにすることができれば、顔画像の

顔色合成への応用が期待される。従来より、基本感情に伴う表情の変化は、画像処理、表情筋筋電図、コンピュータグラフィックスなどで解析されている。しかしながら、顔色の変化を定量的に、動的に解析して、顔色合成に応用している研究は、非常に少ない。

## 2. 研究の目的

本研究は、成人と発達初期の乳児における顔色に着目し、コミュニケーション機能としての表情とともに、顔色による身体性（身体のはたらかし）の役割を明らかにすることを目的としている。

## 3. 研究の方法

本研究では、顔画像と生体情報の同時計測に基づく顔色の情動評価システムを開発する。次に、顔色の情動評価システムを用いて、成人における力覚提示に伴う表情・顔色と乳児における泣き顔に伴う表情・顔色を比較検証する。さらに、平均顔色画像の表情・顔色が合成できる情感表示インタフェースを開発し、人間の顔色知覚に関する認知心理学的検討を行う。

### (1) 顔画像と生体情報の同時計測に基づく

#### 顔色の情動評価システムの開発

本研究では、顔色と生理指標の関係を定量的に評価するために、顔画像と生体情報の同時計測に基づく顔色の情動評価システムの開発を進めた。具体的には、顔面皮膚温計測用サーモグラフィと呼吸・表情筋筋電図計測用マルチテレメータを用いた情動ストレスを解析・評価するための生体情報計測システムと、これと同時に計測されたデジタルビデオカメラから得られる録画面像を静止画像としてキャプチャし、各顔画像に対して色彩画像処理を行うシステムを併用して、情動と顔色、表情と顔色の動的な関係を明らかにするための時系列変化の同期を取るシステムの開発を進めた。

### (2) バーチャル腕相撲システムの力覚提示に伴う赤面下での生体情報解析実験

研究代表者はこれまでに、力覚提示システムの動きにバーチャルヒューマンを重畳合成し、対戦相手の存在感を与えるバーチャル腕相撲システムのプロトタイプシステムを完成させている。操作者がバーチャル腕相撲システムを使用している様子を図 1 に示す。本研究では、顔色の情動評価システムとバーチャル腕相撲システムを用いて、人間が力覚提示システムの肩の内旋（力覚提示システム側が腕相撲で勝つ方向）に発揮される静的な運動負荷を受け止めて、あたかも筋力が拮抗している状況を作り出したときの顔色と、顔面皮膚温、表情筋筋電図、呼吸の生理指標を

同時解析する実験を進めた。



(a) 力覚提示システム



(b) バーチャルヒューマン

図 1 バーチャル腕相撲システム

### (3) 乳児における泣き顔に伴う表情・顔色の解析実験

本研究では、母乳、排便、睡眠などの時間を記載した育児記録の作成に基づいて、乳児における泣き顔を予測し、顔色の情動評価システムを用いた泣き顔に伴う顔色と、顔面皮膚温、表情筋筋電図、呼吸の生理指標を同時解析する実験を進めた。

### (4) 情感表示インタフェースの開発

本研究では、動的顔色と表情による情感表示の合成的解析が可能な平均顔色画像アバタシステムの開発を進めた。本システムを用いて、表情・顔色の解析・評価に基づいて、顔の各部位と動的顔色のパラメータを制御し、人間の顔色知覚に関する認知心理学的な検証を行う実験を進めた。

## 4. 研究成果

### (1) バーチャル腕相撲システムの力覚提示に伴う赤面下での生体情報解析実験

本研究では、化粧をしていない女子学生 11 人（19～22 歳）を対象に、バーチャル腕相撲システムの静的な運動負荷に伴う顔画像、顔面皮膚温、表情筋筋電図、呼吸の同時計測に基づく顔色の解析・評価を行った。その結果、静的な運動負荷に伴い、顔面皮膚温が上昇したときの顔色の色相が下降する現象は、大頬骨筋と皺眉筋の活動で鼻部が圧迫され、呼吸を一時的に止めることで生じる無酸素運動状態によるものである事例が得られた。また、

大頬骨筋と皺眉筋の表情筋電図に基づいて、笑い、怒り、恐怖に伴う表情と力覚提示に伴う表情が分離できることがわかった。

### (2) 乳児における泣き顔に伴う表情・顔色の解析実験

本研究では、乳児 1 人における頭部周囲、身長、体重の発達的变化に伴う顔色の解析・評価を行い、生後 2~4 日の顔色が黄色に見える黄疸と、月齢 0~12 ヶ月の顔色を HSV (H: 色相, S: 彩度, V: 明度) 表現法で定量的に評価した。また、月齢 1~4 ヶ月における乳児 5 人を対象に、顔色の情動評価システムを用いて、泣き顔に伴う表情・顔色の解析・評価を行った。その結果、泣き顔で、顔面皮膚温が上昇したときの顔色の色相が下降する現象は、大頬骨筋と皺眉筋が活動し、呼吸が呼気している状態によるものである事例が得られた。さらに、乳児用小型圧力センサ駆動型丸棒状握力計測デバイス (以下、DataGrip) を設計し、そのプロトタイプシステムを開発して、乳児の泣き顔における握力を計測した結果、手指で握り締めることを確認した。乳児が DataGrip を操作している様子を図 2 に示す。



(a) DataGrip



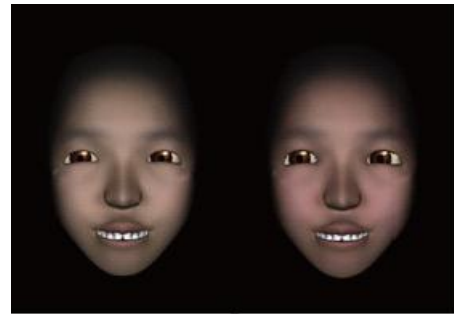
(b) DataGrip を操作している様子

図 2 乳児用小型圧力センサ駆動型丸棒状握力計測システム

### (3) 情感表示インタフェースの開発

本研究では、平均顔色画像の顔表面上の各特徴点を推定したワイヤフレームモデルに平均顔色画像をテクスチャマッピングした

平均顔色画像アバタ (以下、FaceAvatar) を設計し、動的顔色と表情による情動提示の合成的解析のための平均顔色画像アバタシステムのプロトタイプシステムを開発した。操作者が平均顔色画像アバタシステムを使用している様子を図 3 に示す。開発したシステムは、キーボード操作の手動制御により、笑いの表情、視線、頭部動作の表現を可能にしている。さらに、笑いの表情が表現できる本システムを用いて、研究代表者がこれまでに提案している顔色の動的モデルのパラメータを制御し、合成することで、どの程度色彩強調した動的顔色が笑いの表現に適しているかを解析・評価して、開発システムの有効性を検証した。本システムを用いた動的顔色と表情の合成には、笑いの情動下での顔色の解析・評価に基づいて、満面の笑顔における顔色の色彩強調の合成手法、顔色の動的モデルと表情の合成手法の 2 つの手順が必要になる。その結果、平均顔色画像アバタの笑いの表情に色彩強調された動的顔色を付加する場合、満面の笑顔における動的顔色として、遷移量の平均値の色相・彩度を 3 倍強調し合成した動的顔色が笑いの表現に適していることを一対比較と 7 段階評価の官能評価実験で明らかにし、システムの有効性を示した。本システムは、情動的インタラクションに向けた動的顔色と表情による知覚・認知に関する心理的実験が可能なシステムである。また、仮想空間に投影された自分の分身である FaceAvatar における表情・顔色の情動提示や、視線・頭部動作の身体動作をキーボード操作



(a) FaceAvatar



(b) システムを操作している様子

図 3 平均顔色画像アバタシステム

することで、FaceAvatar を介して、人間同士があたかもコミュニケーションをしているような状況を作り出す対話システムに利用できるものと考えられる。

以上のように、本研究の成果として、成人と乳児を対象に、顔面皮膚温が上昇したときの顔色の色相が下降する現象について、大頬骨筋と皺眉筋の活動パターンと呼吸の観点から解析を試みたことである。乳児は、泣き顔や泣き声で、母親への働きかけを行っている。母親は、乳児の情動的興奮の平静化を促すために、授乳や抱っこなどの身体的ふれあいによる欲求充足的関係で、一体感を得て、母子間の基本的信頼関係の仕組みを理解させている。乳児の泣き顔は、不安や恐れなどの情動的興奮で他者に働きかけるコミュニケーション機能として、人間生物学的にみて本質的重要性を持っていると推察される。乳児における泣き顔に伴う表情・顔色の解析実験については、対象被験者の拡大が今後の課題になるが、主観的行動観察による定性的研究の色彩が強い乳児の表情研究の分野に、表情の視覚情報だけでなく、生体情報計測手法を導入し、情動的側面と顔色の変化を関連付けて解析・評価を試みた最初のものである。今後、乳児の月齢ごとの平均顔色画像をテクスチャマッピングした FaceAvatar に導入して、動的顔色を表情とともに合成し、顔色の観点から乳児の情動発達を解析・理解するためのシステムの研究開発を進める。

#### 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 3 件)

- ① 山田貴志, 渡辺富夫: 乳児用小型圧力センサ駆動型丸棒状握力計測システムの開発, 日本機械学会論文集 (C 編), 79 巻, 799 号, pp. 743-747, 2013, 査読有.
- ② 山田貴志, 渡辺富夫: 動的顔色と表情による情動提示の合成的解析のための平均顔色画像アバタシステム, 日本機械学会論文集 (C 編), 78 巻, 791 号, pp. 2526-2535, 2012, 査読有.
- ③ 山田貴志, 渡辺富夫: 人間上肢に装着する空気圧駆動型腕相撲ロボットシステムの開発, 日本機械学会論文集 (C 編), 76 巻, 772 号, pp. 3696-3703, 2010, 査読有.

[学会発表] (計 5 件)

- ① Takashi Yamada and Tomio Watanabe : An Average Facial Color Image Avatar System for the Analysis by Synthesis of Affect Display by Dynamic Facial Color and Expression , Proc. of the ASME 2012

International Design Engineering Technical Conferences and Computers and Information in Engineering Conference, DETC2012-70263, pp.1-6, August 12-15, 2012, Illinois, USA.

- ② Takashi Yamada and Tomio Watanabe : Development of a Virtual Facial Color Image Avatar "FaceAvatar" for the Analysis by Synthesis of Affect Display, Proc. of the 5th International Universal Communication Symposium, October 12-14, 2011, Gumi, Korea.
- ③ Takashi Yamada and Tomio Watanabe : Design of Arm Wrestling Robot System for Intuitive Operation, Proc. of the ASME 2011 International Design Engineering Technical Conferences and Computers and Information in Engineering Conference, DETC2011-48149, pp.1-6, August 28-31, 2011, Washington, D.C., USA.
- ④ Takashi Yamada and Tomio Watanabe : An Arm Wrestling Robot System for Human Upper Extremity Wear , Proc. of the 2nd Augmented Human International Conference , DP-P8, pp.1-2, March 13, 2011, Tokyo, Japan.
- ⑤ Takashi Yamada and Tomio Watanabe : Development of a Pneumatic Cylinders-Driven Arm Wrestling Robot System Worn on the Human Upper Limb, Proc. of the ASME 2010 International Design Engineering Technical Conferences and Computers and Information in Engineering Conference, DETC2010-28639, pp.1-6, August 15-18, 2010, Quebec, Canada.

#### 6. 研究組織

##### (1) 研究代表者

山田 貴志 (YAMADA TAKASHI)  
香川大学・教育学部・准教授  
研究者番号 : 10321506