

表情と顔色の色彩強調を伴うバーチャル顔画像合成の情動提示効果

Effects of Virtual Facial Image Synthesis with Facial Color Enhancement and Expression on Affect Display

山田 貴志†

Takashi Yamada

渡辺 富夫‡

Tomio Watanabe

1. はじめに

近年、擬人化エージェントを介した音声対話システムなどのインタラクションは、喜怒哀楽の表情表出の情動提示によるコミュニケーション支援の可能性が示されている。また、人はコミュニケーションの際に、表情の変化がなくても、顔色の変化から情動提示や情動評価を行っていることも考えられる。本研究では、擬人化エージェントとのインタラクションにおける情動提示のための自然な顔表情・顔色合成を目指して、表情と動的顔色の色彩強調を伴うバーチャル顔画像合成の情動提示の効果を示している。まず、これまでの計測結果に基づいて、著者らが合成した平均顔色画像を基に顔色の変化を合成し、顔色の色彩強調による顔画像合成の情動提示の効果を一対比較による官能検査で示している。次に、表情と顔色の色彩強調を伴う動的モデルを適用した顔画像合成の情動提示の効果を一対比較による官能検査で示している。

2. 顔色の動的モデル

著者らはすでに笑いの情動下における典型的な単発の笑いに着目し、顔色の色彩の変化が顕著に表れた頬の色相の動的変化を、RC回路のパルス応答を顔色の動的モデルとして提案し、その有効性を確認した^[1]。RC回路のパルス応答の時間特性 $V_c(t)$ の次式とその波形を図1に示す。

$$V_c(t) = \begin{cases} E\{1 - \exp(-t/\tau)\} & (0 \leq t \leq t_w) \\ E\{1 - \exp(-t_w/\tau)\} \exp\{-(t-t_w)/\tau\} & (t_w \leq t) \end{cases}$$

E: 色相の遷移量

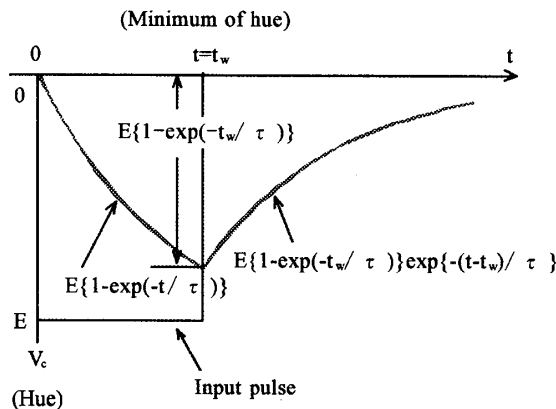
 τ : 時定数 t_w : 笑い始めてから色相が下降し最小色相までの時間

図1 顔色の動的モデル

3. 顔色の色彩強調による顔画像合成

3.1 顔色の合成手法

色彩の強調の原画像として、女子の平均顔色画像を使用した^[2]。この画像は、女子学生68名の平均の顔色を求めたものであり、特定の個人の顔色ではないので、判定者に対する個人差（例えば、顔見知りか否か）を排除できる。顔色の色彩強調による顔画像合成においては、顔の形状による差の影響を除去するために、色彩を強調した画像には目と口元に黒いマスクをかけた。初期安静状態の色相・彩度を基準にして、笑いの情動下での色相・彩度の変化を遷移量と定義し、それぞれの記号を $\angle H$, $\angle S$ で表す。笑いの情動下での額と頬の $\angle H$ と $\angle S$ の平均値を表1に示す。平均顔色画像(N)の頬の領域の平均値は、HS平面上で $H=18.2$, $S=28.8$ にある。この位置から、遷移量($\angle H$, $\angle S$)に α 倍したものを加えて、遷移量を強調した画像を合成した。ここでは、被験者全体の顔色の分布から外れる $\alpha=7$ を最大値とし、それぞれ、 $\alpha=1, \dots, 7$ としたものを記号E1, E2, $\dots$, E7として示す。

表1 $\angle H$ と $\angle S$ の平均値

	$\angle H$	$\angle S$
Forehead	-1.73	-0.13
Cheek	-1.51	1.51

3.2 官能検査

平均顔色画像(N)と合成した画像(E1, $\dots$, E7)の8種類の内、2種類をカラーモニタ(PVM-2054Q, SONY)上で同時に並列表示させて、判定者がより笑顔に見える方を二者択一させた。位置による見えの差を考慮して、判定者には左右入れ替えた画像対を含め、合計56対について一対比較させた。判定者は、男女10名(15~17歳)である。笑いの情動を示す笑顔らしさの判定結果を定量的に示すために、以下のBradley-Terryモデルを想定した。

$$P_{ij} = \frac{\pi_i}{\pi_i + \pi_j}$$

$$\sum_i^n \pi_i = \text{const.} (=80)$$

(π_i : i の強さの量, P_{ij} : i が j に勝つ確率)

π_i (平均10) は i の強さ、すなわち笑顔らしさを表し、このモデルを想定することにより、一対比較による笑顔らしさを一義的に決めることができる。笑顔らしさ π を最ゆう推定した結果を図2に示す。その結果、E3の π が最も高い。これは、笑いの情動を示す顔色として、色相・彩度を3倍強調することが有効であることを示している。

† (社) 電子情報通信学会, IEICE

‡ (社) 情報処理学会, IPSJ

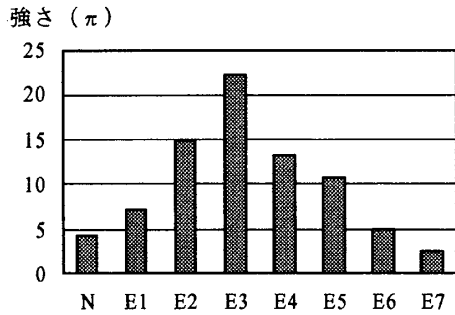


図2 強さπの比較

4. 表情と顔色の色彩強調を伴う動的モデルを適用した顔画像合成

4.1 表情と顔色の合成手法

無表情から満面の笑顔までの動画を3D Studio Maxを用いて作成した。顔の各部位の動きの所要時間と顔色の動的モデルの関係を図3に示す。作成した動画は20秒間である。笑いの表情表出までの目と口の動きの所要時間は、0.67秒(20フレーム)、2.3秒(70フレーム)で、元の表情に戻るまでの目と口の動きの所要時間は、0.67秒(20フレーム)、1秒(30フレーム)である。顔の各部位の動きに要する時間は、表情表出が顕著であった被験者の実測データの一例を用いた。また、顔色の变化は、色彩を強調し合成した顔色を最大遷移の笑顔の顔色と定義し、動的モデルのパラメータ τ 、 t_w を被験者の最小色相になるように適用した。官能検査に用いた顔色の色彩強調を伴う動的モデルの波形を図4に示す。パラメータの設定値は、E1~E7のそれぞれのEが、-2.39, -4.78, -7.17, -9.56, -11.95, -14.33, -16.72である。 τ 、 t_w については、すべてのモデルで3.67に設定した。

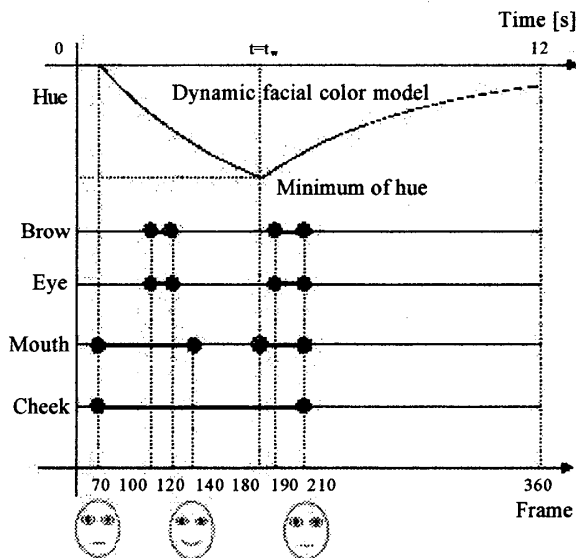


図3 平均顔色画像の笑いの表情表出

4.2 官能検査

表情と形状変化と顔色の变化がない画像(N)による動画と、表情の形状変化と顔色の色彩強調(E1, ..., E7)を伴う動的モデルを合成した動画の8種類の内、2種類をカ

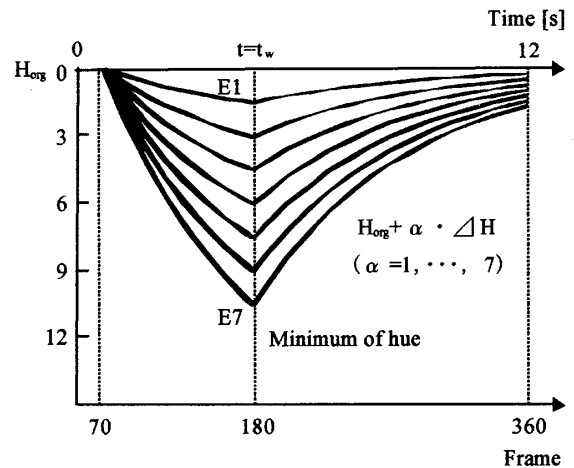


図4 顔色の色彩強調を伴う動的モデル

ラーモニタ(PVM-2054Q, SONY)上で同時に並列表示させて、判定者がより自然な笑いの情動提示に見える方を二者択一させた。位置による見えの差を考慮して、判定者には左右入れ替えた画像対を含め、合計56対について一対比較させた。判定者は、男女10名(19~21歳)である。表情と動的顔色の色彩強調を伴う顔画像合成の判定結果を定量的に示すために、前述のBradley-Terryモデルを想定した。笑いの表情と顔色らしさ π を最尤推定した結果を図5に示す。その結果、E2の π が最も高い。これは、笑いの表情に顔色を付与する場合、遷移量の2倍色彩強調した顔色を合成することが情動提示に有効であることを示している。

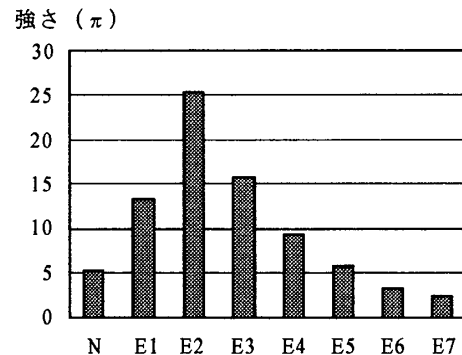


図5 強さπの比較

5. おわりに

本研究では、バーチャル顔画像の情動提示のための自然な顔表情・顔色合成を目指して、顔色の变化のみで情動提示を行う場合と表情に動的顔色を付与した場合について、顔色による情動提示の効果を明らかにした。

参考文献

- [1] 山田, 黒田, 渡辺: 顔画像と顔面皮膚温の同時計測による笑いにおける顔色の動的分析, ヒューマンインタフェース学会論文誌, Vol.3, No.2, pp.23-30(2001).
- [2] 黒田, 渡辺: 色彩画像処理による顔色の分析と合成, 日本機械学会論文集(C編), Vol.63, No.608, pp.1255-1260(1997).