



容貌変形を用いた精神状態の切り替え支援システムの開発

世田圭佑¹⁾, 吉田成朗¹⁾, 横山正典²⁾, 鳴海拓志¹⁾,
徳永徹郎³⁾, 巻口誉宗³⁾, 高田英明³⁾, 谷川智洋¹⁾, 廣瀬通孝¹⁾

- 1) 東京大学大学院情報理工学系研究科知能機械情報学専攻 (〒113-8656 東京都文京区本郷 7-3-1, {seta, shigeodayo, narumi, tani, hirose}@cyber.t.u-tokyo.ac.jp)
2) 東京大学大学院工学系研究科先端学際工学専攻 (〒113-8656 東京都文京区本郷 7-3-1, yokoyama@cyber.t.u-tokyo.ac.jp)
3) 日本電信電話株式会社 NTT サービスエボリューション研究所 (〒239-0847 神奈川県横須賀市光の丘 1-1, {tokunaga.tetsuro, makiguchi.motohiro, takada.hideaki}@lab.ntt.co.jp)

概要: 働き方の多様化から職場と家庭での精神状態の切り替えが困難になる Work-Family Conflict が問題視されている。本研究では, アバタの容姿がユーザの精神状態を特定の方向に誘導する知見に着目し, ユーザの容貌を特定の形に変形したアバタを提示することで精神状態の切り替えを支援するシステムを提案する。実際にクラウドソーシングを用い, 仕事で優秀に感じる容貌への変形を実現する容貌評価モデルを構築した。

キーワード: 人間拡張, 作業支援, アバタ, 画像処理

1. はじめに

PC やスマートフォンの普及や, 安定・高速なデータ通信を可能とする情報基盤技術の発展により, テレワークのような時間や場所に制限されない就労が可能となっている。このような就労形態は通勤時間の短縮や家庭で過ごす時間の増加などの利点がある一方で, 仕事と家庭の区別を困難にし, Work-Family Conflict の発生を助長する可能性がある。Work-Family Conflict とは, 個人の仕事と家庭における役割要請が, いくつかの観点で両立し得ない際の役割間葛藤の一種である [1]。Work-Family Conflict の例として「家庭でのストレスによって仕事においてもイライラしてしまい集中できないこと」や「仕事で未達成の課題があり, それに気を取られて家庭での振る舞いがおろそかになること」などが挙げられる。

Work-Family Conflict の低減のために, アバタの容姿がユーザの精神状態を特定の方向に誘導するという心理学的知見に着目した。提示されたアバタにユーザが自己帰属感を得た際に, ユーザの精神状態がそのアバタの容姿に沿った状態に誘導されることが示されている [2, 3, 4]。この知見を用いれば, 瞑想の訓練などの意識的努力を必要とせずに, Work-Family Conflict を低減するためのシステムを構築できると考える。

本研究では, ユーザの容貌を特定の形に変形したアバタを見ることで精神状態の切り替えを支援し, Work-Family

Conflict の低減を図るシステムを提案する。まず, 課題を単純化するために, 家庭から仕事への精神状態の切り替えの支援を目的と設定する。具体的な手法として, ユーザの精神状態を仕事にとりかかりやすい状態に誘導できるように, ユーザの容貌を「仕事を優秀に行えそうな印象を受ける容貌」(以下, 仕事で優秀な容貌) に変形して見せることを考える。本稿では, 仕事で優秀な容貌についての認知特性のデータをクラウドソーシングを用いて収集し, 容貌評価モデルを構築したことについて述べる。

2. 関連研究

2.1 Work-Family Conflict 低減についての研究

Work-Family Conflict を低減するために様々な研究が行われてきた。例えば, その瞬間の個人の役割を自然に意識するマインドフルネスによって, Work-Family Conflict を低減する研究がある [5]。しかしながら, マインドフルネスは瞑想の訓練を要するため習得が容易ではない。他方, 情報技術を利用した研究として, 仕事の前後で, 会話を自動で行うチャットボットによる, 簡易なカウンセリングを実現する SwitchBot [6] がある。この研究は他者とのインタラクションをエージェントに代替させることによる Work-Family Conflict の低減の可能性を示した。

本研究では, 後述のアバタによる精神状態誘導の心理学的知見を応用し, 練習や他者とのインタラクションといった煩雑な作業を必要とせず, アバタを見るだけで Work-Family Conflict を低減することを試みる。

2.2 アバタによる精神状態誘導についての研究

個人が何らかのインターフェースを介して個人を表するアバタを利用している際, 個人の精神状態はそのアバタの

Keisuke SETA, Shigeo YOSHIDA, Masanori YOKOYAMA, Takuji NARUMI, Tetsuro TOKUNAGA, Motohiro MAKIGUCHI, Hideaki TAKADA, Tomohiro TANIKAWA and Michitaka HIROSE

容姿に沿った状態に誘導され、言動や行動が変化することが知られている。Yee et al. は VR 環境において、アバタの容姿の美醜に応じてユーザの行動が変化する Proteus Effect を示した [2]。

VR 環境における CG のアバタだけではなく、ディスプレイなどで実写ベースのアバタを見せることで、ユーザの精神状態を誘導できることも知られている。Tsakiris は自分の顔が撫でられるのと同時にディスプレイに提示されている他人の顔が撫でられると、他人の顔に自己帰属感が生じ、自己意識が変化する enfacement illusion を示した [3]。また、Yoshida et al. はユーザの表情を笑顔や悲しみの表情へと画像処理によって変形して、リアルタイムにユーザに見せることで、ユーザの感情をその表情から連想されるものに誘導できることを示した [4]。

以上の知見から、ユーザが仕事に取り組みやすい精神状態に誘導できる容姿のアバタに自己帰属感を持つことができれば、職場と家庭での個人の役割の切り替えがスムーズとなり、Work-Family Conflict を低減できる可能性があると考えられる。本研究では、この知見を応用して精神状態の切り替えを支援するシステムを構築する。

3. 容姿変形による精神状態の切り替え支援システム

3.1 システムの概要

本研究では、アバタの容姿がユーザの精神状態を誘導するという心理学的知見に着目し、ユーザの容姿を仕事で優秀な容姿へとリアルタイムに変形して、実写ベースのアバタとして見せることにより、ユーザの精神状態を仕事に取り組みやすい状態へと誘導するシステムを構築する。

アバタの提示手法として、ユーザの容姿を画像処理で変形して実写ベースのアバタとして見せる Yoshida et al. の手法 [4] を用いる。この手法は、アバタを見つめるだけでユーザに自己帰属感を与え精神状態を誘導できることが示されており、VR 機器を用いて没入感を高める手法 [2] や、アバタとユーザに同期的に触覚刺激を与える手法 [3] と比較して、簡便に精神状態の誘導の効果が得られると考える。

本システムの使用の流れは、まず、Web カメラなどでユーザの容姿を取得し、仕事で優秀な容姿へと画像処理で変形する。そして、変形した容姿を実写ベースのアバタとしてディスプレイに表示する。このアバタはユーザが表情や顔の向きを変えた際に追従する。ユーザはアバタを数秒見つめることにより、精神状態を仕事に取り掛かりやすい状態へと誘導される。

3.2 容姿変形機能の構築

容姿変形を実現するために、機械学習ライブラリ dlib¹ の顔検出器を利用した FaceTracker2² を用いて顔の向きやパーツの位置の推定を行った。FaceTracker2 は口バスト性が高く、顔データを学習済みで新しい学習を必要としないといった利点があるため使用した。



図 1: 399 個の制御点 図 2: 容姿変形した顔画像

容姿変形アルゴリズムには Schaefer et al. の rigid MLS method [7] を用いた。変形のためのパラメータとして、眉の大きさ、眉と眉の距離、眉の高さ、目の大きさ、目と目の距離、目の高さ、鼻の横幅、鼻筋の高さ、鼻の高さ、口の大きさ、口の高さ、輪郭の形状、輪郭の大きさの計 13 個を設定した。より自然で滑らかな変形を実現するために、川瀬らの研究 [8] を参考に、FaceTracker2 で得られる 68 個の顔特徴点について、その点と点の間を補完するように特徴点を増やすことで 399 個に拡張して容姿変形処理を行う (図 1)。本システムにより、図 1 の容姿から、目の大きさを小さくし、輪郭が膨らむように変形した例を図 2 に示す。

4. 仕事で優秀な容姿の評価モデルの構築

4.1 概要

仕事で優秀な容姿への変形を実現するために、適切な変形パラメータについて検討する。変形パラメータを変数として仕事で優秀な容姿についての評価値を出力するモデルを構築する。

モデル構築に際し、仕事で優秀な容姿という言葉化しにくく、国や文化圏に依存する価値観に影響を受けるデータを大量に短期間で集める必要があった。そこで、本研究では、国内クラウドソーシングサイト Lancers³ を用いて、日本人が仕事で優秀な容姿についての評価データを収集した。

ランダムな変形パラメータで生成された変形顔画像を提示し、仕事において優秀であると感じるかどうかを Web ブラウザ上で評価してもらった。変形の元画像には表情変化の無い顔画像を使用した。変形パラメータは川瀬らの研究 [8] を参考に、眉の大きさ 0.9 ~ 1.1、眉と眉の距離 -0.025 ~ 0.025、眉の高さ -0.025 ~ 0.025、目の大きさ 0.9 ~ 1.1、目と目の距離 -0.025 ~ 0.025、目の高さ -0.025 ~ 0.025、鼻の横幅 0.9 ~ 1.1、鼻筋の高さ 0.8 ~ 1.2、鼻の高さ -0.025 ~ 0.025、口の大きさ 0.95 ~ 1.05、口の高さ -0.025 ~ 0.025、輪郭の形状 -3 ~ 3、輪郭の大きさ 0.975 ~ 1.025 の範囲でランダムに決定した。

Koyama et al. の研究 [9] を参考に、被験者には、2 枚の変形画像を提示して、それらの画像の相対的な評価を一对比較にて行ってもらった。そして、このデータを統計的な処理にかけることで顔画像評価の絶対値を算出する手法を

¹<http://dlib.net/>

²<https://github.com/HalfdanJ/ofxFaceTracker2>

³<https://www.lancers.jp/>

採用した。これはクラウドソーシングにおける、一貫した回答を得たり、評価基準を一致させることが困難な問題を解消するためである。

4.2 被験者

被験者は日本人成人 250 名で、クラウドソーシングサイト Lancers 上で募集した。評価タスクを完了した被験者に 250 円の報酬を Lancers 経由で支払った。

4.3 評価タスク

実験に使用した評価タスクの例を図 3 に示す。前述の通り、2 枚の変形画像を提示して、それらの画像の相対的な評価をする一対比較をしてもらった。評価の質問は「どちらがデスクワークにおいて優秀な人だと感じますか?」とした。デスクワークに限定した理由は、デスクワークと肉体労働とでは優秀な容貌の評価基準が異なる可能性があることと、本システムの使用状況としてデスクワークのほうが適切であると考えたからである。評価は 5 段階の Likert 尺度であり、左の変形顔画像を A、右の変形顔画像を B として、1(A の方がとても感じる) ~ 3(A も B も同程度に感じる) ~ 5(B の方がとても感じる) とした。

評価タスクでは、10 名 (日本人男女各 5 名) の変形顔画像の評価を 1 セットとして、計 8 セットの評価を行ってもらった。この際、被験者の評価精度の確認と顔画像提示位置による評価基準への影響をキャンセルすることを目的に、2 枚の顔画像の提示位置を入れ替えた評価も 10 個用意した。また、不正な被験者の評価データを解析に含めるのを防ぐために、提示する 2 枚の顔画像を全く同一のものにする極端な評価を 1 個追加した。この追加タスクの顔画像は容貌評価に用いる 10 名の男女の中からランダムに選ばれた。したがって、被験者は 1 セットにつき、10 名の男女の容貌評価とその顔画像の提示位置を入れ替えた評価、不正チェックの評価の合わせて 21 個の容貌評価を行った。また、評価タスクにかかった時間を計測し、著しく評価時間が短い被験者のデータも解析から取り除いた。

4.4 解析手法

クラウドソーシングによって得られた 2 枚の顔画像の相対評価のデータから、各変形顔画像の評価の絶対値のベクトル \mathbf{y} を推定する。推定には、以下の数式の $E(\mathbf{y})$ の最小化問題として定式化する Koyama et al. の手法 [9] を用いる。

$$E(\mathbf{y}) = E_{relative}(\mathbf{y}) + \omega E_{continuous}(\mathbf{y}) \quad (1)$$

$$E_{relative}(\mathbf{y}) = \sum_{(i,j) \in P} \|y_i - y_j - d_{i,j}\|^2 \quad (2)$$

$$E_{continuous}(\mathbf{y}) = \sum_{i \in Q} \left\| y_i - \sum_{j \in Q(j \neq i)} \frac{y_j}{\alpha^{(i)} D(y_i, y_j)} \right\|^2 \quad (3)$$

$$\alpha^{(i)} = \sum_{j \in Q(j \neq i)} \frac{1}{D(y_i, y_j)} \quad (4)$$

$$D(y_i, y_j) = \|\mathbf{x}_i - \mathbf{x}_j\| \quad (5)$$

$E_{relative}(\mathbf{y})$ はクラウドソーシングの容貌評価で得られる相対的な評価値に基づく項である。 P はクラウドソーシ

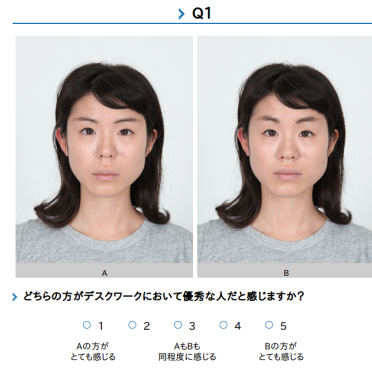


図 3: 評価タスクの例

ングで比較された変形顔画像の組み合わせの集合である。 $d_{i,j}$ は容貌評価の Likert 尺度に対応する項で、容貌評価が 1 のときは 1, 2 のときは 0.5, 3 のときは 0, 4 のときは -0.5, 5 のときは -1 である。

$E_{continuous}(\mathbf{y})$ は 13 次元の変形パラメータ \mathbf{x} が似ている変形顔画像の評価値を近いものに補正するための項であり、 ω は重み付けである。本実験では、 $\omega = 100$ とした。 Q は容貌評価に使用した変形顔画像の集合である。

得られた各変形顔画像の評価の絶対値 \mathbf{y} を用いて、RBF 補完を行った。

$$f(\mathbf{x}) = \sum_{i \in Q} \omega_i \phi(\|\mathbf{x} - \mathbf{x}_i\|) \quad (6)$$

$$\min_{\omega} \sum_{i \in Q} \left\| \sum_{j \in Q} \omega_j \phi(\|\mathbf{x}_i - \mathbf{x}_j\|) - y_i \right\|^2 + \lambda \|\omega\|^2 \quad (7)$$

定数 λ は $\lambda = 0.1$ とした。また、放射基底関数 ϕ は $\phi(r) = r$ とした。これによって得られた 10 名の男女それぞれの関数 $f(\mathbf{x})$ を用いることで、変形パラメータ \mathbf{x} について、仕事で優秀な容貌の評価値を推定できる。

4.5 構築した容貌の評価モデルの評価と考察

被験者 250 名のデータの内、不適切なものを除外し、123 名のデータを採用して容貌評価のモデル構築を行った。容貌変化を行っていない元画像と、容貌変化画像と構築したモデルによる評価値の例を図 4 に示す。容貌変化画像を成人男女数名に見せた際、評価値が低いと仕事が優秀でない印象であり、高いと仕事が優秀な印象であるという概ね一致した意見が得られた。今後、より多くの人に評価してもらう実験を行い、詳細な印象評価を行う予定である。

容貌評価モデルの妥当性を検証するために重回帰分析を行った。独立変数を 13 個の変形パラメータ、従属変数を評価モデルによる容貌評価値とした。重回帰分析の結果を表 1 に示す。決定係数は 0.26 で、 $F(13, 19666) = 541.7$, $p < .01$ であった。表 1 より、容貌評価値には目の大きさの影響が最も大きく、次点で、輪郭の大きさの影響が大きかった。一方で、眉の大きさと鼻の高さの影響は無かった。

目の大きさと輪郭の大きさは容貌の魅力に寄与する特徴である [10, 11]。このことから、仕事で優秀な容貌は魅力的



図 4: 仕事で優秀な容顔の評価の例

表 1: 容顔評価モデルの重回帰分析の結果

	偏回帰係数	t 値	p 値
切片	0.4963	822.586	**
眉の大きさ	-0.0019	-0.922	
眉と眉の距離	0.0092	4.390	**
眉の高さ	-0.0208	-9.954	**
目の大きさ	0.1636	78.365	**
目と目の距離	0.0046	2.178	*
目の高さ	0.0114	5.454	**
鼻の横幅	-0.0285	-13.723	**
鼻筋の高さ	-0.0121	-5.787	**
鼻の高さ	-0.0017	-0.818	
口の大きさ	-0.0106	-5.046	**
口の高さ	0.0063	3.028	**
輪郭の形状	-0.0150	-7.131	**
輪郭の大きさ	-0.0431	-20.613	**

** : $p < .01$ * : $p < .05$

な容顔と似た特徴があることが示唆された。これは、魅力が誠実さの評価にポジティブに影響する [12] ように、魅力が優秀さの評価にポジティブに影響したと考えられるため、評価モデルに一定の妥当性があると考えられる。

5. まとめと今後の展望

Work-Family Conflict の低減のために、ユーザの容顔を特定の形に変形したアバタを見せることで精神状態の切り替えを支援するシステムを提案し、クラウドソーシングを用い、仕事で優秀な容顔の評価モデルを構築した。

今後は容顔評価モデルの精度の改善とともに、評価に使用した顔画像以外にも適用できるようにする。そして、容顔評価モデルによって、自分や他人が見たときの容顔への印象が変化するかを評価する。また、容顔評価モデルを精神状態の切り替えシステムに適用し、Work-Family Conflict を低減することができるのかの検証する。

参考文献

[1] Jeffrey H Greenhaus and Nicholas J Beutell. Sources of conflict between work and family roles. *Academy of management review*, Vol. 10, No. 1, pp. 76–88, 1985.

[2] Nick Yee and Jeremy Bailenson. The proteus effect: The effect of transformed self-representation on behavior. *Human communication research*, Vol. 33, No. 3, pp. 271–290, 2007.

[3] Manos Tsakiris. Looking for myself: current multi-sensory input alters self-face recognition. *PloS one*, Vol. 3, No. 12, p. e4040, 2008.

[4] Shigeo Yoshida, Tomohiro Tanikawa, Sho Sakurai, Michitaka Hirose, and Takuji Narumi. Manipulation of an emotional experience by real-time deformed facial feedback. In *Proceedings of the 4th Augmented Human International Conference*, pp. 35–42. ACM, 2013.

[5] Tammy D Allen and Kaitlin M Kiburz. Trait mindfulness and work–family balance among working parents: The mediating effects of vitality and sleep quality. *Journal of vocational behavior*, Vol. 80, No. 2, pp. 372–379, 2012.

[6] Alex C Williams, Harmanpreet Kaur, Gloria Mark, Anne Loomis Thompson, Shamsi T Iqbal, and Jaime Teevan. Supporting workplace detachment and reattachment with conversational intelligence. In *Proceedings of the 2018 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, p. 88. ACM, 2018.

[7] Scott Schaefer, Travis McPhail, and Joe Warren. Image deformation using moving least squares. In *ACM transactions on graphics (TOG)*, Vol. 25, pp. 533–540. ACM, 2006.

[8] 川瀬佑司, 吉田成朗, 鳴海拓志, 上田祥代, 池田まさみ, 渡邊淳司, 谷川智洋, 川本哲也, 廣瀬通孝. Mob scene filter: 顔部位の形状・位置変形を利用した他人顔変換手法. *日本バーチャルリアリティ学会論文誌*, Vol. 21, No. 3, pp. 483–492, 2016.

[9] Yuki Koyama, Daisuke Sakamoto, and Takeo Igarashi. Crowd-powered parameter analysis for visual design exploration. In *Proceedings of the 27th annual ACM symposium on User interface software and technology*, pp. 65–74. ACM, 2014.

[10] Caroline F Keating. Gender and the physiognomy of dominance and attractiveness. *Social psychology quarterly*, pp. 61–70, 1985.

[11] Sonja Windhager, Katrin Schaefer, and Bernhard Fink. Geometric morphometrics of male facial shape in relation to physical strength and perceived attractiveness, dominance, and masculinity. *American Journal of Human Biology*, Vol. 23, No. 6, pp. 805–814, 2011.

[12] Leslie A Zebrowitz, Luminita Voinescu, and Mary Ann Collins. "wide-eyed" and "crooked-faced": Determinants of perceived and real honesty across the life span. *Personality and social psychology bulletin*, Vol. 22, No. 12, pp. 1258–1269, 1996.