



自己顔表情同期アバタによる心理的影響の調査

倉橋鉄平¹⁾, 小川奈美^{1,2)}, 鳴海拓志^{1,3)}, 葛岡英明¹⁾

Tepei KURAHASHI, Nami OGAWA, Takuji NARUMI and Hideaki KUZUOKA

1) 東京大学情報理工学系研究科 (〒 113-0033 東京都文京区本郷 7-3-1, kurahashi, ogawa, narumi, kuzuoka@cyber.t.u-tokyo.ac.jp)

2) DMM VR lab (〒 106-6224 東京都港区六本木 3-2-1)

3) JST さきがけ

概要: ヘッドマウントディスプレイによる VR 体験において、本人をスキャンした全身アバタを用いることで身体所有感や行為主体感が向上することが知られている。また、頭部と表情の動きを同期することでディスプレイに表示された顔に対して身体所有感を生起できることも分かっている。本研究では、顔アバタのパーソナライゼーションが身体所有感などの心理的效果を増大させるかどうかを実験を通して検討した。また、顔の動きの同期の程度も変化させて実験を行った。その結果、首の動きと表情の同期は身体所有感や行為主体感を増大させたが、本人顔と平均顔アバタの間に違いは見られなかった。

キーワード: アバタ, 表情, 身体所有感

1. はじめに

ヘッドマウントディスプレイ (HMD) による VR 体験において、身体の動きを同期したアバタに一人称視点で没入すると、体験者の感情・行動に影響が現れることが知られている [1]。使用するアバタの特性によって感情・行動への影響が異なることが分かっており、多様なアバタを用いた研究が数多く行われてきた。

これらの研究では、主に全身の動きを同期したアバタが用いられることが多い。他方、顔のみが提示されている場合についての研究も存在している。

他人の顔を見ているとき、その顔と本人の顔の同じ場所を同時に筆などで触れることによって視触覚同期刺激を与えると、他者の顔が自分の体の一部になったような錯覚が起きることが知られている (enfacement 錯覚) [2]。また、画面に表示されたバーチャルな顔が本人の頭部や表情の動きと同期して動くと、バーチャルな顔に対して身体所有感や行為主体感のレベルが高くなることが知られている。[3], [4]

enfacement 錯覚が起こっている際に没入した顔の表情や特徴に応じて感情やタスクの成績が変化するという報告があり [3][5], HMD を利用した全身アバタへの没入という状況のみならず、ディスプレイに表示された顔だけのアバタを利用する場合にも、本人に心理的な影響を及ぼし得ることが明らかになっている。

他方、HMD での VR 体験において、体験者本人の全身をスキャンした 3D モデルをアバタとして用いることで、他人の 3D モデルを使用したときに比べて身体所有感と行為主体感が向上することが知られている [6]。この知見に基づくと、ディスプレイに表示された顔アバタについても、そ

の見た目の特徴を本人にあわせてパーソナライズすることで、アバタの表情変化が本人に与える心理的效果を増大させることができるのではないかとという仮説が立てられる。

本研究では、ディスプレイに表示される顔アバタについて、本人の顔写真から生成したアバタを使用することが身体所有感・行為主体感にどのような影響を与えるかを調査する。また、アバタの動きの同期レベルを複数用意することで、アバタの本人への類似度と動きの同期レベルの関係も併せて調査する。

2. 先行研究

2.1 enfacement

実験参加者に他人の顔を見せつつ両者の顔の同じ場所を同時に筆でなぞり、視触覚同期刺激を与えることで、他者の顔が自分の体の一部になったような錯覚が起きることが Sforza らによって報告された [2]。この実験では、両者の顔写真をモーフィングした数枚の画像の中から自分の顔を選ばせるタスクにおいて、回答が相手の顔の方に寄るという傾向が報告されている。

Ma らの研究 [3] では、実験参加者とその眼前に置かれたディスプレイに表示された CG に対して視触覚同期刺激を与え、さらに本人の首の動きを CG に反映するという実験が行われた。この実験では enfacement する対象として真顔と笑顔のドイツ人の平均顔が用意された。その結果、真顔より笑顔に enfacement した実験参加者の方がポジティブな感情を報告した。

以上の研究により、眼前の顔を見ている状態で視触覚同期刺激と運動視覚同期刺激を与えることにより、自己顔に対する認識が変化したり、他人の顔を自分の体の一部だと

思うようになることが明らかになっている。また、対象の顔の見た目などの特性によって本人の感情・行動に影響を与えうる例が示されている。

2.2 アバタのパーソナライゼーション

実験参加者の全身をスキャンした 3D モデルをアバタとして用いることで、他人の見た目のアバタを用いた場合と比べて身体所有感と行為主体感が向上することが Waltemate らによって報告された [6]。

このようなアバタを現実の自分に近づける手法はパーソナライゼーションと呼ばれ、身体所有感・行為主体感を高めるために用いられる。

パーソナライゼーションは見た目だけでなく、本人の細かい動作のアバタへの反映によっても実現される。フェイストラッキング技術を用いてディスプレイのアバタの表情を実験参加者と同期するとき、より詳細な同期アニメーションがより高い身体所有感や行為主体感を誘起することが Kokkinara らによって報告された [4]。

これらの研究から、パーソナライゼーションがアバタに対する高い身体所有感や行為主体感を誘起するのに有効な手段となり得ることが示唆されている。

3. 実験

3.1 実験装置

表情同期とアバタの表示を行うアプリケーションは Epic Games 社の Unreal Engine 4¹を用いて作成した。実験参加者の表情の読み取りは同社の iOS アプリである Live Link Face²を用いており、OSC 通信により無線 LAN を経由して PC 上のアバタ表示アプリに表情のパラメータが送信された。

アバタの 3D モデルは Reallusion 社の Character Creator 3³の HEADSHOT 機能を用いて 1 枚の写真から自動生成した。平均顔の写真は Face Research⁴による日本人の男女の平均顔を用いた。生成したアバタの例を図 1 に示す。実験参加者の写真は実験前に提出されたものを用いた。生成したアバタの例を図 2 に示す。

実験風景を図 3 に示す。実験参加者が椅子に座った状態で実験が行われた。27 インチの液晶ディスプレイを実験参加者の 50 cm 眼前に設置した。表情を読み取るための iPhone11 をディスプレイの下に、フロントカメラの画角内に実験参加者の顔が収まるように設置した。机にはアンケート回答用のキーボードとマウスを配置した。また、順序効果を軽減することを目的として、タスクの合間に自分の顔を確認してもらうための鏡をディスプレイの横に置いた。

3.2 実験条件

実験条件はアバタの顔とアバタの同期方法の 2 要因で行った。アバタの顔は平均顔と本人の顔写真から生成する 2 条



図 1: 平均顔アバタ 左: 男性, 右: 女性



図 2: 左: 元になった顔写真, 右: 生成されたアバタ

件があった。アバタの同期方法は、同期なし、頭部の動き（首の角度）のみ同期、頭部の動きかつ表情の同期の 3 条件があった。同期なし条件では事前に記録したモーションによってモデルが動かされた。

上記 2 × 3 の計 6 条件を参加者内実験で行った。実験参加者は 10 名の男女（男性 9 名、女性 1 名）であった。

3.3 評価指標

視覚同期刺激と頭部の動きの同期についての先行研究 [3] から、視覚同期刺激についての質問を除いた 11 問のアンケートで評価を行った。身体所有感 (Q1-Q2)、知覚される顔の類似度 (Q3-Q4)、行為主体感 (Q5-Q10)、気分の変化について (Q11) の質問が含まれている。

Q1 画面の中の顔が自分の顔であるように感じた。

Q2 鏡に映っている自分を見ているように感じた。

Q3 画面の中の顔が自分の顔に似てきていると感じた。



図 3: 実験風景

¹Unreal Engine. <https://www.unrealengine.com/ja/>

²Live link face. <https://apps.apple.com/app/id1495370836>

³Character Creator 3. <https://www.reallusion.com/jp/character-creator/game.html>

⁴<http://faceresearch.org>

- Q4 自分の顔が画面の中の顔に似てきていると感じた。
- Q5 画面の中の顔の動きが原因で自分の顔が動かされているように感じた。
- Q6 自分の顔の動きが原因で画面の中の顔が動いているように感じた。
- Q7 画面の顔が自分の意志通りに動いていた。
- Q8 自分が顔を動かしたとき、画面の中の顔がそれと同じように動くことを期待できた。
- Q9 自分の顔の動きが思い通りにならないと感じた。
- Q10 画面の中の顔が独自の意思を持っているように感じた。
- Q11 タスクを行う前より楽しい気持ちになった。

3.4 実験手順

実験参加者は実験の同意書にサインした後、実験手順について説明を受けた。

実験では表情同期タスクとアンケートへの回答が7回繰り返された。最初の1回はタスクに慣れてもらうためのダミー条件で、平均顔・表情同期の条件で行われた。

タスクにおいて被験者はディスプレイに表示された顔アバタを見つつ、実験者から与えられる以下の指示に従った。

1. 「画面を見つつ自由に顔を動かしてください」(20秒)
2. 「首を上下左右に動かしてください」(10秒)
3. 「首を回してください」(10秒)
4. 「画面に向かって笑顔を作ってください」(10秒)
5. 「怒った顔・悲しい顔・驚いた顔をしてください」(各10秒)

指示の実行がすべて終了した後、実験参加者はただちにディスプレイに表示されたアンケートに回答した。実験参加者は次のタスクが始まるまで鏡を見るように実験者から指示を受けた。

タスクがすべて終了した後、実験参加者は記述式のアンケートに回答し、参加への謝礼としてAmazonギフト券1000円分を受け取り、実験が終了した。

4. 実験結果

アンケートへの回答を3(アバタの動きの同期方法) × 2(顔モデルの生成に用いた写真)の条件で多変量分散分析を行った。すべての質問項目において回答に2要因間の交互作用は見られなかった。

図4にアバタの同期方法ごとの回答の統計を示す。表情同期あり条件は非同期条件に対して、身体所有感、知覚された顔の類似度、行為主体感の指標に有意な向上が見られた。また、非同期と首の動きのみ同期の条件の間でもそれらの指標に有意な向上が見られた。首の動きのみ同期条件に対して表情同期あり条件で身体所有感、行為主体感が有意に向上した。

図5に顔モデルの生成に用いた写真ごとの回答の統計を示す。アバタの生成方法について、平均顔に対して本人顔

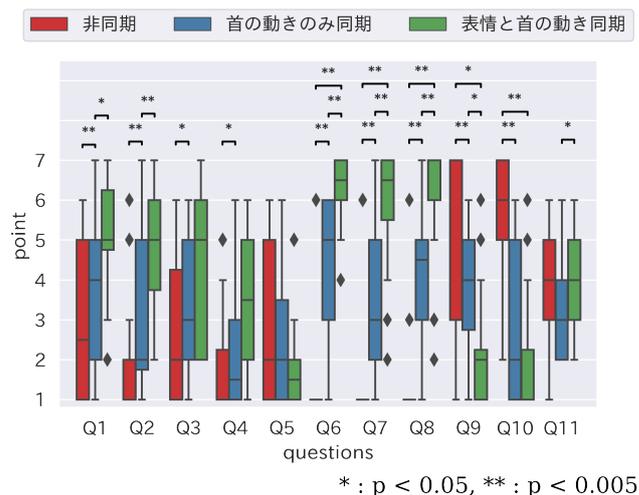


図4: 質問への回答 (同期方法ごとの値)

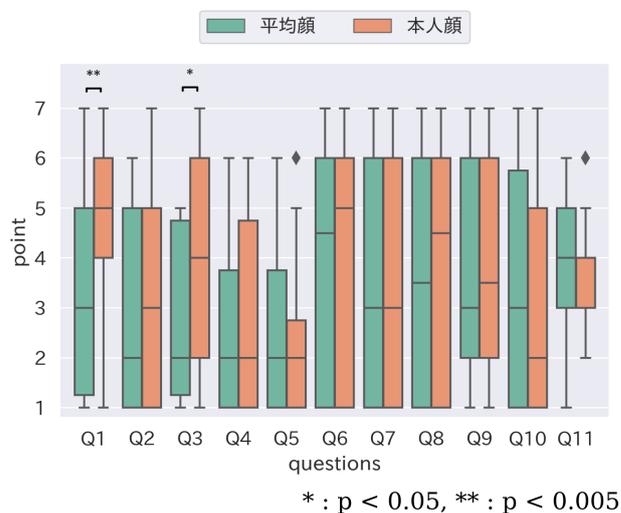


図5: 質問への回答 (平均顔 vs. 本人顔)

の条件でQ1とQ3については向上が見られたが、その他の指標では有意な差が得られなかった。

5. 考察

先行研究[3]では、首の動きの同期と共に視触覚同期刺激が与えられていたが、本研究では視触覚同期刺激は与えておらず、運動視覚同期刺激のみを与えている。しかしながら、身体所有感・知覚された顔の類似度の質問項目について、運動視覚同期刺激のみによっても有意な向上が見られた。この結果は、ディスプレイに表示された顔に対して、運動視覚同期刺激のみを利用した場合でも身体所有感を強め、知覚された顔の類似度を向上させることができることを示している。

平均顔条件に対して本人顔条件でQ1とQ3が向上したことは、写真から生成したアバタが実験参加者本人から見てもある程度似ていると評価されていると受け取ることができる。つまり、パーソナライゼーションされたアバタだと認識されていたということである。それにも関わらず、パー

ソナライゼーションした全身アバタを用いた先行研究 [6] の結果とは異なり、身体所有感と行為主体感については有意な差が得られなかった。

アンケートではアバタが本人に似ていると評価されているが、今回は参加者内実験であるため、平均顔と比べて本人の顔写真から生成したモデルが似ていると評価されるのは当然ともいえる。モデル生成手法の技術的限界により、人によってはそこまで似ていないモデルが生成されることもあった。まるで鏡を見ているほどに本人に似たアバタで実験することができればパーソナライゼーションの効果が強く現れる可能性もあるが、今回の実験では効果が認められるには至らなかった。

6. 今後の展望

今回の実験では、アバタの心理的効果については身体所有感と行為主体感のみについて調査したが、より応用的な心理効果についても調査していく必要がある。例えば、先行研究 [3] と同様にアバタの表情に笑顔のバイアスをかけることで楽しい感情を大きくすることができるのかといった課題について調査する必要がある。

パーソナライゼーションについては、顔アバタの心理的効果を強める効果は認められなかったという結果に終わった。アバタをより本人に似せたり、リアルにすることで別の結果が得られる可能性も十分にあると考えられる。しかしパーソナライゼーションしつつアバタの 3D モデルのクオリティを向上させるには、アバタの自動生成アルゴリズムの機能改善が必要である。

今回の実験はディスプレイに表示された顔で行ったが、HMD を被った状態で表情を読み取る技術 [8] を用いることで、HMD によって VR 環境に没入した状況におけるアバタの表情同期の心理的効果についても調査したい。

7. 結論

本実験では、実験参加者の顔をもとに作成したアバタを用いることによって、ディスプレイ上に表示されたアバタに対する身体所有感や行為主体感を向上させる事ができるか調査した。実験では 3 種類の同期条件（非同期、首の動きのみ同期、首の動きと表情の同期）において平均顔と本人顔のアバタで顔を動かすタスクを実験参加者に行ってもらった。

結果として、平均顔アバタと本人顔アバタの条件間では身体所有感や行為主体感の指標に有意差は見られなかった。

一方で、顔の動きの同期については、同期なし条件に対

して、首の動きを同期した場合と表情も同期した場合それぞれについて身体所有感や行為主体感の向上が見られた。さらに、首の動きのみ同期条件に対して表情同期ありの条件もそれらの指標に向上が見られた。

謝辞 本研究の一部は JST さきがけ JPM JPR17J6(17939529) の支援を受けておこなわれた。

参考文献

- [1] Yee, N., & Bailenson, J. (2007). The Proteus Effect : The Effect of Transformed Self-Representation on Behavior. *Human Communication Research*, 33, 271–290.
- [2] Sforza, A., Bufalari, I., Haggard, P., & Aglioti, S. M. (2010). My face in yours: Visuo-tactile facial stimulation influences sense of identity. *Social Neuroscience*, 5, 2, 148–162.
- [3] Ma, K., Sellaro, R., Lippelt, D. P., & Hommel, B. (2016). Mood migration: How enfacing a smile makes you happier. *Cognition*, 151, 52–62.
- [4] Kokkinara, E., & McDonnell, R. (2015). Animation realism affects perceived character appeal of a self-virtual face. *Proceedings of the 8th ACM SIGGRAPH Conference on Motion in Games, MIG 2015*, 221–226.
- [5] Ma, K., Sellaro, R., & Hommel, B. (2019). Personality assimilation across species: enfacing an ape reduces own intelligence and increases emotion attribution to apes. *Psychological Research*, 83, 373–383.
- [6] Waltemate, T., Gall, D., Roth, D., Botsch, M., & Latoschik, M. E. (2018). The impact of avatar personalization and immersion on virtual body ownership, presence, and emotional response. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 24, 4, 1643–1652.
- [7] Gonzalez-Franco, M., Steed, A., Hoogendyk, S., & Ofek, E. (2020). Using Facial Animation to Increase the Enfacement Illusion and Avatar Self-Identification. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 26, 5, 2023–2029.
- [8] Wei, S. E., Saragih, J., Simon, T., Harley, A. W., Lombardi, S., Perdoch, M., ... Sheikh, Y. (2019). VR facial animation via multiview image translation. *ACM Transactions on Graphics*, 38, 4, Article 67.