

ディスプレイに表示された遠隔操作アバタへの接触は 操作者の被接触感覚を誘発するのか？

木本充彦¹ 塩見昌裕¹

概要：CG キャラクタやロボットなどを操作して、遠隔地でサービス提供を行う遠隔操作システムでは、遠隔地で対話する相手の顔を映した映像に加えて、操作アバタを含む複数の環境映像を利用した対話が行われることが多い。こうした対話は、遠隔地で動作する自身のアバタと対話相手とのインタラクションを三人称視点で眺めながら行われる。本研究では、遠隔地のディスプレイに表示された遠隔操作アバタへ対話相手が触れる場面に着目し、遠隔地アバタが触れられた際に、その操作者へ触られたという感覚（被接触感）が生じるのか、について実験調査した。結果、遠隔地での接触動作を可視化することで操作者の被接触感が高まることが明らかになった。また、被接触感は一アバタの操作視点にかかわらず生じることを示唆する結果が得られた。

1. はじめに

高速通信ネットワークや安価な VR 機器の普及により、自身の分身として CG キャラクタなどによるアバタを利用する機会や、動画配信サービス等でアバタ利用者を見かける機会が増えている。近年では、ロボット工学の発展に伴い、物理的なタスクを実施可能なアバタとして、ヒューマノイドロボットを利用した実証実験も行われている[1]。

こうしたアバタを遠隔操作することで、空間的・身体的制約を超えて遠隔地の人々と対話し、様々なサービス提供が行えるようになることが期待されている。アバタを遠隔操作する際には、対話が行われる遠隔地の環境を把握するために、CG キャラクタのアバタの表示されたディスプレイや、ロボットアバタを広角で写した映像など、相手の顔映像に加えて、自身の操作するアバタも含む複数の映像を見ながらの対話が行われる。こうした対話は、操作者が自身の操作アバタが遠隔地で動作する様子を第三者視点で眺めながら行われる点で、相手の顔映像を中心として行われる既存のビデオ会議対話とは異なる。参加者は、遠隔地での自身のアバタがどのような様子で振る舞っているのか、また、相手が自身のアバタへどのように接しているのか、を確認可能になる。これは、移動や声かけの対象など、環境中の状況に応じた身体振る舞いの表出に役立つ一方、face-to-face の対話では起こりえない、遠隔地の人のアバタへの振る舞いを体験する可能性がある。例えば、ディスプレイに表示されたアバタの顔や身体を触られる、ロボットを持ち上げられたり、叩かれたり、といった接触を伴うインタラクションを体験する可能性がある。

これまで、遠隔操作ロボットの実証実験の場では、自身の操作するロボットが乱暴に扱われる場面に遭遇すると操作者は不快感を覚えるなど、経験則として、第三者視点で遠隔操作アバタが触れられた際の影響について語られてきた。

しかし、遠隔操作アバタが遠隔地で接触された際に、操作者は触られたという感覚（被接触感）を覚えるのか、特に、ディスプレイに表示されたアバタに触れられた際にも操作者は被接触感を覚えるのか、またそれが操作者にどのような影響を与えるのかは明らかになっていなかった。

本稿では、このようなディスプレイに表示された遠隔操作アバタが遠隔地で接触（タッチ）される場面に注目し、ディスプレイに表示されるアバタの遠隔操作場面において、

(1) 被接触感が生じるのか、(2) 被接触感が操作者へ与える心理的影響について実験調査した結果について報告する。

2. 実験

2.1 条件

実験では (1) タッチ可視化 (2) 操作視点 (3) アバタの性別 (4) 参加者の性別、を要因とした。タッチ可視化要因と視点要因は被検者内要因とし、一名の参加者はタッチ可視化要因 2 水準×視点要因 3 水準の合計 6 条件を体験した。アバタの性別と参加者の性別は被検者間要因である。

- (1) タッチ可視化 (2 水準, 被検者内) : 遠隔地でアバタがディスプレイ越しにタッチされた際の接触箇所の色による強調表示とのけぞり動作の有無を操作した。
- (2) 操作視点 (3 水準, 被検者内) : 実験参加者がアバタを操作する視点の種類 (図 1)。一人称視点 (図 1a),



図 1 アバタの操作視点要因



図 2 アバタ操作者と遠隔地での接触動作例

三人称視点 (図 1b), 遠隔地の映像を直接見る, 直接視点 (図 1c) を用意した。

(3) アバタの性別 (2水準, 被検者間): 操作するアバタの性別. 男性アバタと女性アバタを用意した。

(4) 参加者の性別 (2水準, 被検者間): 実験参加者の自己申告による性別. 本実験では全ての実験参加者が男性もしくは女性と申告した。

2.2 手順

参加者はまず, 実験概要について説明を受け, 同意書に記入した. その後, 実験システムを利用してアバタを操作しながら, 別室の実験者に情報説明を行った (図 2a). 参加者は情報説明のテンプレートとして以下の文章が与えられ, 指示された話題に沿って情報説明を行った:好きな(話題)は「***」です。「***」なところが好きです。「***」頃から好きになりました。(話題)に当てはまる項目として, 食べ物・趣味・映画・観光地・スポーツ・動物の6種類を用意した. 実験者は, 参加者が上記の3つの内容を説明する際, ディスプレイに表示された参加者アバタの顔・右肩・左肩, のいずれかを重複無しにタッチした (図 2b). 一つの話題に関する説明の後, 参加者はアンケートに記入した. 参加者はこれを, タッチ可視化要因2水準×視点要因3水準の合計6回繰り返した. 要因と話題との組合せとそれらの提示順序はランダムに決定された。

2.3 評価項目

質問項目として, 関連研究[2][3]を参考に, 以下の質問項目を用意した. 質問項目は7段階の回答形式で評価された(1が最も否定, 7が最も肯定)。

[項目1] アバタの身体が触れられたときあたかも自分の身体が触られたように感じた. [項目2] アバタの身体が触れられたとき不快感があった. [項目3] 集中して説明を行えた. [項目4] 自分のアバタが触られている様子が分かりやすかった.

2.4 参加者

日本語を母国語とする男性20名, 女性17名(合計37名, 平均年齢=29.5歳, 標準偏差=6.8)が参加した。

2.5 結果

実験結果を図3に示す. 4要因ANOVAの結果, 項目2と項目4について, タッチ可視化要因の有意な主効果が認められた(項目2, $F(1, 33) = 12.1, p = 0.001, \text{partial } \eta^2 = 0.269$; 項目4, $F(1, 33) = 7.44, p = 0.010, \text{partial } \eta^2 = 0.184$). 項目2について, 他の要因の有意な主効果(操作視点, $F(2, 66) = 0.571, p = 0.567, \text{partial } \eta^2 = 0.017$; アバタの性別, $F(1, 33) = 3.43, p = 0.073, \text{partial } \eta^2 = 0.094$; 参加者の性別, $F(1, 33) = 3.88, p = 0.057, \text{partial } \eta^2 = 0.105$)と各要因間の交互作用は認められなかった. 項目4について, 他の要因の有意な主効果(操作視点, $F(2, 66) = 0.365, p = 0.696, \text{partial } \eta^2 = 0.011$; アバタの性別, $F(1, 33) = 0.021, p = 0.886, \text{partial } \eta^2 = 0.001$; 参加者の性別, $F(1, 33) = 1.04, p = 0.315, \text{partial } \eta^2 = 0.031$)

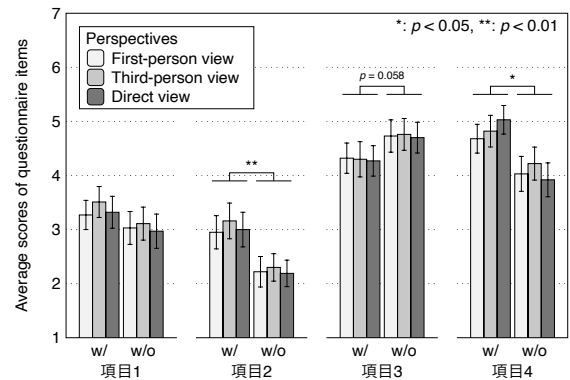


図3 実験結果, エラーバーは標準誤差

と各要因間の交互作用は認められなかった. これらの結果は, タッチ可視化がある場合に, アバタが触られている様子がより分かりやすくなり, また, 触られた際の不快感が高まることを示している. 項目1と3について, 各要因の有意な主効果と各要因間の交互作用は認められなかった。

3. おわりに

本項では, ディスプレイに表示されたアバタが遠隔地で対話相手にタッチされた際に, 操作者に生じる被接触感について実験調査した結果について報告した. 結果, 人はたとえディスプレイに表示されたアバタへの接触であっても, 触れられたことの色による可視化と反応動作の自動化により, 不快感としての被接触感が高まることが明らかになった. また, この非接触感アバタの操作視点にかかわらず生じることが示唆された. アバタの動作自動化は, 遠隔地で対話する対話相手の視点からは, アバタの自然さや人間らしさにつながるが予測されるが, 接触されたことの可視化は操作者への不快感につながる可能性がある. これは, 遠隔地の対話相手とアバタ操作者との双方の視点からアバタ動作を評価し設計する必要性を示唆している。

謝辞 本研究の一部は, JST ムーンショット型研究開発事業 JPMJMS2011 の助成を受けて実施されたものである。

参考文献

- [1] Takeuchi, K., Yamazaki, Y. and Yoshifuji, K.: Avatar Work: Telework for Disabled People Unable to Go Outside by Using Avatar Robots. in Companion of the 2020 ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction, pp. 53–60 (2020).
- [2] Banakou, D., Groten, R. & Slater, M.: Illusory ownership of a virtual child body causes overestimation of object sizes and implicit attitude changes. Proceedings of the National Academy of Sciences, Vol. 110, No. 31, pp. 12846–12851 (2013).
- [3] Kalckert, A. & Ehrsson, H. H.: Moving a Rubber Hand that Feels Like Your Own: A Dissociation of Ownership and Agency. Frontiers in Human Neuroscience, Vol.6, 40 (2012).