

心拍指標を用いた 4 本腕アバターに対する 自己身体認識についての検討

A Study on Heart Rate Responses during Self-Body Recognition for a Four-Armed Avatar

仁藤 晴暉[†], 成田 真輝[†], 肥後 克己[‡], 嶋田 総太郎[§]
Haruki Nito, Masaki Narita, Katsuki Higo, Sotaro Shimada

[†] 明治大学大学院理工学研究科, [‡] 明治大学研究・知財戦略機構, [§] 明治大学理工学部

Graduate School of Science and Technology, Organization for the Strategic Coordination of Research and Intellectual Properties, Faculty of Science and Technology, Meiji University
ce221060@meiji.ac.jp

概要

本研究では、2人で操作する4本腕アバターを用いて仮想現実(VR)上でボタン押し課題を行ったときの、拡張腕に対する自己身体認識について検討を行った。その結果、拡張腕が被験者の目標を満たすように動いたときの方がそうでないときよりも拡張腕に対する自己身体感が高くなる傾向が見られた。このことから身体拡張アバター操作時には拡張された身体部位が操作者と意図を共有するように動作することが重要であることが示唆された。

キーワード: VR, 人間拡張, 4本腕アバター, フルボディ錯覚

1. はじめに

自分の身体を自分のものであると知覚する感覚を自己身体認識と呼び、身体所有感と運動主体感の2つの感覚に分けられる[1]。自己身体認識は自身の身体以外にも生起することが知られている。本研究では、仮想現実上で4本腕を持ったアバター(以下、4本腕アバター)を操作したときに、操作者に追加された自分のものではない2本の腕に対して自己身体認識が生起するかを調べた。特に運動主体感の生起条件の1つである事前性に注目した。事前性とは、主体が運動に関して事前に思考や計画を持っていることを指す。事前に運動意図がなければ、自分の身体が実際に動いていたとしても運動主体感が生じない[2]。

本研究では課題時に、追加された腕と意図を共有した場合と、意図を共有していない場合で自己身体認識に差が出るという仮説を立てた。先行研究からフルボディ錯覚が生じている場合、アバターに対する危険を感じる刺激が提示された後には瞬時心拍数が減少することが知られている[3]。今回は自己身体認識の生起の指標としてアンケートと瞬時心拍数を用いた。

2. 実験

29名の健康な男性が実験に参加した(平均21.1±1.36歳)。計測の不備により心拍の解析では6名のデータを除外し、最終的に23名の実験データを使用した。アンケートの分析には29名のデータを使用した。

実験環境はヘッドマウントディスプレイのHTC VIVE (HTC, 台湾)を通して被験者に提示し、VIVEコントローラー (HTC, 台湾)を用いて被験者の動きをVRアバターに反映させた。以下、青い腕をメインアーム、赤い腕をサブアームと呼ぶ。被験者はメインアームを操作して、5秒間隔で青色と赤色に交互に光るボタンを押す課題を3分間行った。ボタンは4つ配置されており、どの場所のボタンが光るかはランダムになっていた。実験の様子を図1に示す。

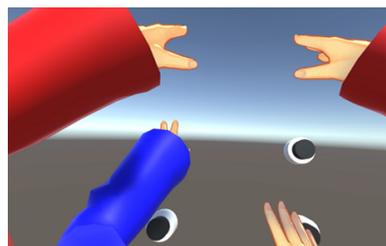


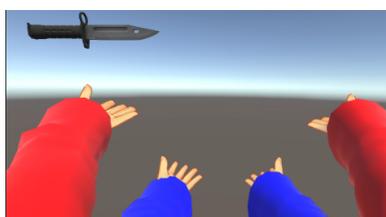
図1 実験の様子

条件は1人操作条件、意図共有条件、非意図共有条件の3条件があった。1人操作条件ではボタンが青色に光ればメインアームで、赤色に光ればサブアームで押した。意図共有条件・非意図共有条件ではサブアームは実験者が操作し、被験者はボタンが青色に光った際に押した。意図共有条件では、実験者はボタンが赤色に光った際に押し、非意図共有条件では、実験者はボタンが赤色に光った際にボタンとは関係のない場所に手を伸ばした。課題終了後、ナイフ脅威タスクを行った(図2)。ナイフ脅威タスクでは、メインアーム・サブアーム

のそれぞれに上からオブジェクトとナイフを落とし、その時の心拍数を計測した。オブジェクトとナイフは、画面上に表示されてからメインアームに対しては900ms後に、サブアームに対しては500ms後に腕に当たり、当たった1秒後に消えるようにした。オブジェクトまたはナイフが消えた5秒後に別のオブジェクトまたはナイフが落ちるようにした。タスク後、自己身体認識に関するアンケートを行った。



(a) オブジェクトが落ちてくる様子



(b) ナイフが落ちてくる様子

図2 ナイフ脅威タスクの様子

3. 実験結果

身体所有感と運動主体感のスコアにおいて、対応のある二要因分散分析（部位[メインアーム, サブアーム], 操作方法[1人操作条件, 意図共有条件, 非意図共有条件]）を行った。身体所有感について交互作用が見られた($F(1.87, 52.45) = 12.62, p < 0.001, \eta_c^2 = 0.03$)。単純主効果検定を行ったところ、サブアームにおける操作方法に有意な単純主効果が見られた($F(1.7, 48.22) = 16.64, p < 0.001, \eta_c^2 = 0.15$)。多重比較を行ったところ、意図共有条件よりも1人操作条件の方が($t(28) = 3.83, p < 0.001, r = 0.59$)、非意図共有条件よりも1人操作条件の方が($t(28) = 5.00, p < 0.001, r = 0.69$)有意に高いスコアを示した。非意図共有条件よりも意図共有条件の方が高い傾向を示した($t(28) = 1.83, p = 0.078, r = 0.33$)。運動主体感について交互作用が見られた($F(1.88, 52.74) = 78.38, p < 0.001, \eta_c^2 = 0.44$)。単純主効果検定を行ったところ、サブアームにおける操作方法について有意な単純主効果が見られた($F(1.88, 52.75) = 91.46, p < 0.001, \eta_c^2 = 0.66$)。多重比較を行ったところ、意図共有条件よりも1人操作条件の方が($t(28) = 10.25, p < 0.001, r = 0.89$)、非意図共有条件よりも1人操作条件の方が($t(28) = 11.66, p < 0.001, r = 0.91$)有意に

高いスコアを示した。非意図共有条件よりも意図共有条件の方が高い傾向を示した($t(28) = 2.01, p = 0.054, r = 0.36$)。

瞬時心拍数の結果を図3に示す。エラーバーは標準誤差を示している。対応のある二要因分散分析（ナイフ[非ナイフオブジェクト落下後, ナイフ落下時], 操作方法[1人操作条件, 意図共有条件, 非意図共有条件]）を行ったところ、ナイフによる主効果があった

($F(1, 22) = 15.28, p < 0.001, \eta_c^2 = 0.091$)。

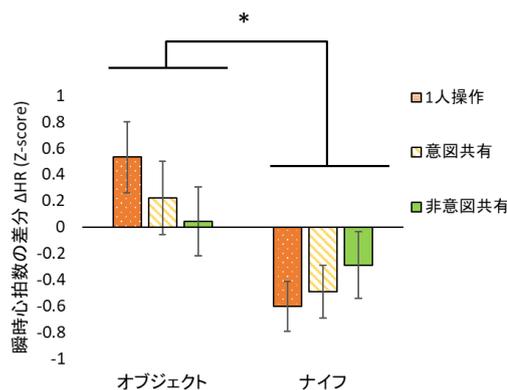


図3 瞬時心拍数の結果

4. 考察

アンケート結果から、サブアームに対する自己身体認識は1人操作条件、意図共有条件、非意図共有条件の順に高いことが分かった。また、有意差はないが、瞬時心拍数の結果は、1人操作条件、意図共有条件、非意図共有条件の順に瞬時心拍数が減少しており、アンケート結果と似た傾向になっていた。アンケートと瞬時心拍数からサブアームについて操作者と意図の共有をした時の方が、意図の共有をしていない時よりも自己身体認識は高くなることが分かった。これらのことから4本腕アバター操作時には運動意図の共有が重要であり、人は自分のものではない追加された腕に対して自己身体認識を抱くことが可能であることが示唆された。

5. 参考文献

- [1] Gallagher, S. (2000) "Philosophical conceptions of the self: implications for cognitive science" Trends in cognitive sciences, Vol. 4, No.1, pp.14-21.
- [2] Wegner, D. M. (2002) "The illusion of conscious will", The MIT Press.
- [3] Pomés, A., and Slater, M. (2013) "Drift and ownership toward a distant virtual body", Frontiers in Human Neuroscience, Vol. 7, No. 908.