



複数身体における所有感錯覚とアフォーダンス知覚の関係

近藤亮太¹⁾, 杉本麻樹¹⁾

1) 慶應義塾大学 (〒223-8522 神奈川県横浜市港北区日吉 3-14-1, ryota.kondo@keio.jp, maki.sugimoto@keio.jp)

概要: 複数の身体にも所有感が誘発されるが、それが身体間で切り替わっているのか、同時に生じているかは不明である。所有感が複数の身体に同時に生じている場合、開口通り抜けにおけるアフォーダンス知覚が変化すると考えた。本研究では、参加者の運動に同期して動く 2 体のアバタに対して所有感が誘発可能か、それによってアフォーダンス知覚が変化するか調べた。その結果、2 体のアバタに 1 体よりも弱い所有感が生じたものの、アフォーダンス知覚は変化しなかった。そのため、2 体のアバタに対する所有感は一アバタ間で切り替わっていることが示唆された。

キーワード: 身体所有感, 複数身体, アフォーダンス

1. はじめに

視覚・触覚同期や視覚・運動同期によって生得的でない身体があたかも自分の身体のように感じられる。ラバーバンド錯覚では、ゴムの手と参加者の手を同時に撫でることでゴムの手が自分の手のように感じられる[1]。また、バーチャル環境のアバタが自分の運動に連動して動くことによってアバタが自分の身体のように感じる[2]。これらは身体所有感の錯覚と呼ばれ、様々な身体に生起することがわかっている。

そして、この錯覚は複数のアバタに対しても誘発される。視覚・触覚同期を用いた研究では、参加者の身体と 2 体のアバタを同時に刺激することで、2 体のアバタに対して所有感が生起している[3]。Miura らの研究[4]では、4 体のアバタの視点を 1 画面に表示し、参加者が一人で 4 体のアバタを操作することで、4 体すべてのアバタに所有感を誘発している。

このように、複数の身体に対する所有感が報告されているものの、所有感が身体間で切り替わっているのか、同時に複数の身体が自分のものだと感じているかは不明である。もし身体所有感が複数の身体に同時に生じている場合、開口通り抜けのアフォーダンス知覚[5]が身体の数に応じて変化すると考えた。本研究では、参加者の運動に同期して動く 2 体のアバタを横並びに提示することで、2 つのアバタに所有感が誘発されるか、それによって開口通り抜けのアフォーダンス知覚が変化するか調べた。実験ではバーチャル環境で開口を通り抜けられるか推定するアフォーダンス課題[6]を用いた。複数のアバタを所有した場合、通り抜けられると判断される開口幅が広がると考えた。

2. 方法

2.1 装置と刺激

28 名の参加者がモーションキャプチャスーツ、ヘッドマウントディスプレイ (HTC Vive Pro Eye 解像度: 1440 x 1600 pixel (片目), リフレッシュレート: 90Hz, 視野角: 110deg), Vive コントローラーを装着し、コンピュータによって作成されたバーチャル環境を観察した。バーチャル環境には、参加者の運動に同期して動く 2 体アバタ (図 1 左, SS 条件), 非同期に動く 2 体のアバタ (AA 条件), 同期して動く 1 体のアバタ (図 1 右, S 条件) のいずれかが提示され、参加者はアバタを 1 人称視点から観察した。アバタが 2 体提示された場合は 2 体のアバタの中央に視点があった。参加者の動きは 24 台モーションキャプチャカメラ (OptiTrack) によってトラッキングした。

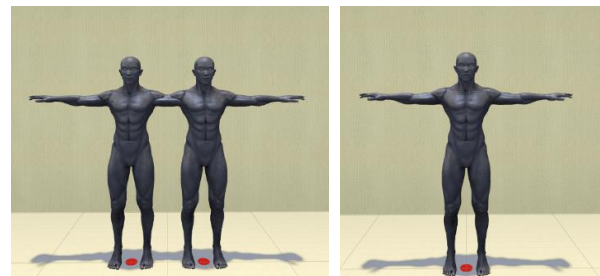


図 1: 2 体のアバタ (左), 1 体のアバタ (右)

2.2 学習セッション

参加者は 2 秒毎にヘッドホンから提示される音 (1 kHz, 500 ms) に従って、身体を右手, 左手, 右足, 左足の順で 2 分間動かした。また、運動時は動かす身体部位を観察し、アバタが 2 体提示された場合、右半身を動かすとき

は右アバタ、左半身を動かすときは右アバタを観察するよう教示した。

2.3 アフォーダンス課題

VR空間で参加者の3m前方に2本の赤いボールが提示され、自分の方を回転させずに通り抜けられる最も狭い幅になるよう調整するよう教示した。幅の調整にはコントローラーを用い、1cm刻みで調整した。ボールの初期幅は1.2m, 0.9m, 0.6m or 0.3mであり、各1回ずつ4試行ランダム順で実施した。

2.4 手続き

実験では、最初にアフォーダンス課題の練習を行ったあと、学習前のアフォーダンス課題の値を計測した。その後2分間学習セッションでアバタを動かしたあと、再びアフォーダンス課題を行い、主観評定を実施した。参加者は身体知覚に関する質問に7段階のリッカート尺度で答えた。学習セッションから主観評定までの手続きを各身体条件1回ずつランダム順で合計3施行実施した。

1. (2つの)バーチャルな身体が自分の身体のように感じた
2. (2つの)バーチャルな身体の動きが自分の動きのように感じた
3. 自分が裸になったように感じた
4. (2つの)バーチャルな身体が自分の動きをコントロールしているように感じた

3. 結果

主観評定の結果に対してウィルコクソンの符号順位検定、アフォーダンス課題の結果に対して反復測定1元配置分散分析を行った。

3.1 主観評定

同期して動く2体のアバタと1体のアバタのほうが、非同期に動く2体のアバタよりも自分の身体のように感じられた(Q1: SS vs. AA: $z = 4.09, p < .001, r = .77$; S vs. AA: $z = 4.42, p < .001, r = .84$)。また、2体よりも1体のアバタのほうが所有感が強くなった(Q1: SS vs. S: $z = -3.26, p = .0017, r = .62$)。2体あるいは1体のアバタが同期して動くことで、非同期に動く2体のアバタよりも強いAgencyが報告された(Q2: SS vs. AA: $z = 4.14, p < .001, r = .78$; S vs. AA: $z = 4.23, p < .001, r = .80$)。同期して動く1体のアバタと2体のアバタ間でAgencyに差は見られなかった(Q2: SS vs. S: $z = -1.02, p = 1.00, r = .19$)。Q3のコントロール質問においても有意差が見られ、同期して動く1体のアバタのほうが他の条件より評定値が高くなった(Q3: SS vs. S: $z = -2.58, p = .023, r = .49$; S vs. AA: $z = 3.29, p = .0013, r = .62$)。同期して動く2体のアバタと非同期に動く2体のアバタ間に有意差は見られなかった(Q3: SS vs. AA: $z = 2.14, p = .13, r = .41$)。Q4のコントロール質問では条件感に差は見られなかった(Q4: SS vs. S: $z = 1.06, p = .92, r = .20$; SS vs. AA: $z = 0.33, p = 1.00, r = .062$; S vs. AA: $z = -$

0.14, $p = 1.00, r = 0.26$)。

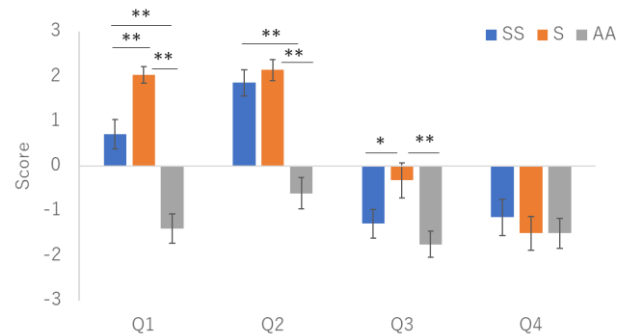


図2：主観評定の結果。エラーバーは標準誤差。

3.2 アフォーダンス課題

アバタの学習後に調整したボール幅から学習前の幅を引いたものをアフォーダンス知覚の変化として解析した。その結果、条件間に主効果は見られなかった($F(2, 54) = 0.16, p = .85, \eta_p^2 = .006$)。

4. 考察

本研究では、視覚・運動同期によって2体の身体に所有感が生じるか、それによってアフォーダンス知覚が変化するか調べた。その結果、参加者の運動と2体のアバタが同期して動くことで、2体のアバタに所有感が生じた。ただし、その所有感は1体のアバタよりも弱かった。これは、参加者の身体と2体のアバタの空間的整合性がとれないことが原因だと思われる。また、参加者の運動とアバタの運動が1対2の対応になっていることで、うまくアバタの学習ができなかった可能性もある。

アフォーダンス課題では身体の数に関わらず、通り抜けられると判断された開口幅に有意差は見られなかった。そのため、身体所有感は左右のアバタ間で切り替わっていると考えられる。参加者が2体のアバタを同時に観察するのが困難だったことも所有感の切り替わりに影響していると思われる。参加者は2体のアバタの頭の間からアバタを観察し、運動時にアバタの四肢を観察するよう教示されていたためである。ただし、今回報告された主観的な2体の身体に対する所有感のスコアは低かったため、アフォーダンス知覚の変化には至らなかったという可能性もある。

アンケートQ2の行為主体感では身体の数に関わらず、アバタの運動が同期している方が、非同期よりも評定値が高くなった。これは、空間的整合性がなくてもAgencyは生起する[7]という過去の研究と一致する。Q3のコントロール質問では、同期して動く1体のアバタのほうが他の条件より評定値が高くなった。ただし、評定値は0より小さかったため、裸になったように感じていると思われ。

謝辞 本研究はJST ERATO JPMJER1701及びJSPS科研費JP21J00345の助成を受けた。

参考文献

- [1] M. Botvinick and J. Cohen, "Rubber hands 'feel' touch that eyes see," *Nature*, vol. 391, no. 6669, pp. 756–756, Feb. 1998, doi: 10.1038/35784.
- [2] M. Gonzalez-Franco, D. Perez-Marcos, B. Spanlang, and M. Slater, "The contribution of real-time mirror reflections of motor actions on virtual body ownership in an immersive virtual environment," in *2010 IEEE Virtual Reality Conference (VR)*, 2010, pp. 111–114, doi: 10.1109/VR.2010.5444805.
- [3] A. Guterstam, D. E. O. Larsson, J. Szczotka, and H. H. Ehrsson, "Duplication of the bodily self: a perceptual illusion of dual full-body ownership and dual self-location," *R. Soc. Open Sci.*, vol. 7, no. 12, p. 201911, Dec. 2020, doi: 10.1098/RSOS.201911.
- [4] R. Miura, S. Kasahara, M. Kitazaki, A. Verhulst, M. Inami, and M. Sugimoto, "MultiSoma: Motor and Gaze Analysis on Distributed Embodiment With Synchronized Behavior and Perception," *Front. Comput. Sci.*, vol. 0, p. 55, May 2022, doi: 10.3389/FCOMP.2022.788014.
- [5] W. H. Warren and S. Whang, "Visual Guidance of Walking Through Apertures: Body-Scaled Information for Affordances," 1987.
- [6] I. V. Piryankova *et al.*, "Owning an Overweight or Underweight Body: Distinguishing the Physical, Experienced and Virtual Body," *PLoS One*, vol. 9, no. 8, p. e103428, Aug. 2014, doi: 10.1371/journal.pone.0103428.
- [7] A. Kalckert and H. H. Ehrsson, "Moving a Rubber Hand that Feels Like Your Own: A Dissociation of Ownership and Agency," *Front. Hum. Neurosci.*, vol. 6, no. 40, pp. 1–14, 2012, doi: 10.3389/fnhum.2012.00040.