



左右身体の統合による共有身体の身体性

Embodiment in shared body by integration of left and right parts of the body

Hapuarachchi Harin¹⁾, Gowrishankar Ganesh²⁾, 北崎充晃¹⁾
Hapuarachchi Harin, Gowrishankar Ganesh, and Michiteru Kitazaki

1) 豊橋技術科学大学 大学院工学研究科 情報・知能工学専攻
(〒441-8580 愛知県豊橋市天伯町雲雀ヶ丘 1-1, harinmanujaya@gmail.com, mich@tut.jp)

2) CNRS-UM Laboratoire de Informatique, de Robotique et de Microélectronique de Montpellier (LIRMM)
(161, Rue Ada, 34090 Montpellier, France, Ganesh.Gowrishankar@lirimm.fr)

概要: バーチャルリアリティ空間において, ある被験者の右半身と別の被験者の左半身を統合する共有身体をアバタとして実現した。これを操作する時に, どのような身体性が得られるかを身体所有感および行為主体感を計測して調べた。その結果, 被験者が担当している半身についての身体所有感・行為主体感が得られるだけでなく, 担当していない半身についても特に二人の身体が密接しているときに高い行為主体感が得られた。

キーワード: 共有身体, 身体所有感, 行為主体感

1. はじめに

バーチャルリアリティ (VR) 空間において, 自己身体と同期して動くアバタを主観視点から鏡とともに観察すると, そのアバタに対して身体所有感が生じる[1]。これを全身所有感の錯覚 (Full body illusion) という。身体サイズや年齢, 性別の異なる身体に対しても身体所有感が生じ, 人以外の動物にも身体所有感が生じる。また, 手足のみを提示することで透明な身体に所有感を生じさせることもできる[2]。ただし, ほとんどの研究は 1 人が 1 つの身体を操作するものである。そこで, 2 人の身体運動を重み付け加算平均して 1 つの身体を操作することで 1 つの身体を共有するとある程度の身体所有感が生じ, 特に目的が一致しているときに高い身体所有感と行為主体感が生じることが報告されている[3-4]。

本研究では, 2 人の参加者の右半身と左半身をアバタの運動に反映させた共有身体に対して生じる身体所有感と行為主体感を解明することを目的とした。特に, 二人が身体を接触させることで触覚が伝わり, 操作していない側の身体にも身体所有感および行為主体感を生じるという仮説を立て, その検証を行った。

2. 方法

20 名の男性がインフォームドコンセントに承諾し, 署名したのちに, 2 人組みで実験に参加した (10 組)。

実験参加者の動きは, モーションキャプチャシステム (Vicon Bonita10, 250 fps 12 cameras) で計測され, リアル

タイムにそれぞれの頭部搭載型ディスプレイ (HMD: HTC Vive Pro, 110 deg, 90 Hz) に提示された。実験参加者は, 5 分間ランダムな位置に提示されるボールを手で触るように指示された。各実験参加者は担当の手 (右あるいは左) が事前に決められており, 対応したボールの色 (青あるいは赤) に応じて操作を行った。ボールは同時に 2 つ出ることとは無く, ランダムな順で左右半身が割り振られた。

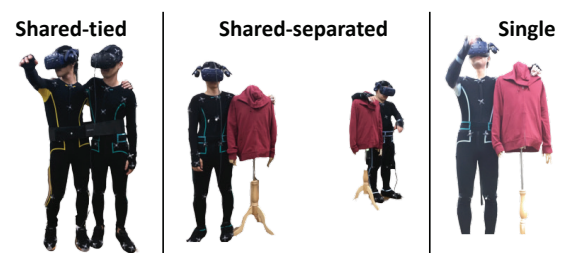


図 1: 共有条件。左から共有密接 (Shared-tied), 共有分離 (Shared-separated), 単独 (Single)。

共有条件として, 共有密接 (Shared-tied), 共有分離 (Shared-separated), 単独 (Single) を設定した。共有密接・共有分離条件では, 各実験参加者がアバタの左右いずれかの半身を担当し, アバタの運動に反映された。共有密接条件では 2 人の腰がバンドで繋がれており, お互いの肩に使わない方の手を置いて操作を行った。密接分離条件では, 離れた位置でそれぞれがマネキンの肩を抱いて操作を行った。単独条件ではマネキンの肩を抱いて, 半身の操作を行ったが, 反対側は動かなかった。

身体所有感の制御として、同期条件と非同期条件を設けた。非同期条件ではアバタの運動は1秒遅れて提示された。

全ての条件（3 共有条件 x 同期・非同期条件）がランダム順で2回繰り返えされ、計12セッションを行った。

実験参加者は、各条件で5分のボールリーチングの後、12個の質問（半分は右半身、半分は左半身に関する質問）からなるアンケートに7件法で回答した。データは、実験参加者が担当する側と担当しない側に分け、身体所有感（-12 ~ +12）と行為主体感のスコア（-6 ~ +6）に変換して分析された。

3. 結果

3.1 身体所有感

身体所有感は、担当する半身について担当しない半身よりも高かった（図2）。同期条件において非同期条件よりも身体所有感が高かった。共有密接条件と共有分離条件では、担当しない半身についても、同期している場合に非同期の場合よりも高い身体所有感が得られた（共有密接 $p<.01$ 、共有分離 $p<.001$ ）。

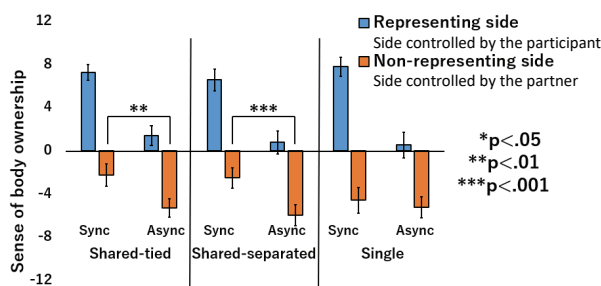


図2：身体所有感のスコア。エラーバーは標準誤差。

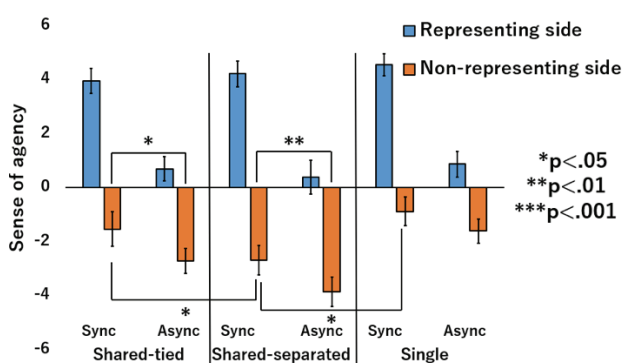


図3：行為主体感のスコア。エラーバーは標準誤差。

3.2 行為主体感

行為主体感も、担当する半身について担当しない半身よりも高く、同期条件において非同期条件よりも高かった（図3）。共有密接条件と共有分離条件では、担当しない半身についても、同期している場合に非同期の場合よりも高い身体所有感が得られた（共有密接 $p<.05$ 、共有分離 $p<.01$ ）。さらに、担当していない半身の行為主体感、同

期条件において共有分離条件よりも共有密接条件で有意に高かった（ $p<.05$ ）。

4. 考察

実験参加者が操作していない非担当半身についても、同期条件では非同期条件よりも高い身体所有感と行為主体感が得られた。このことは、左右統合による共有身体全体にある程度の身体所有感と行為主体感が生じることを示唆している。実験参加者の課題としたボールリーチングは、順番に現れる1つのボールを分担しながら触るものであり、目的が一致していた。We-modeにおいても目的の共有が重要とされており、共通の目的を持って運動することが身体所有感および行為主体感を誘発したと考えられる。また、非担当半身の行為主体感については、2人の実験参加者が密着しているときにより高いスコアが得られた。したがって、身体の微細な運動が触覚として伝わる行為主体感を増幅したと考えられる。

5. 結論

2人の人間が1つのアバタの左右半身を担当する左右共有身体について、担当しない半身にも身体所有感と行為主体感が生じる。その行為主体感、身体が密接し触覚が伝わる時に増幅される。

謝辞 本研究は、JST ERATO Grant Number JPMJER1701（稲見自在化身体プロジェクト）およびJSPS 科研費（JP 20H04489）の補助を受けて行われた。

参考文献

- [1] Slater, M., Pérez Marcos, D., Ehrsson, H., & Sanchez-Vives, M. V. (2009). Inducing illusory ownership of a virtual body. *Frontiers in Neuroscience*, 3, 29.
- [2] Kondo, R., Sugimoto, M., Minamizawa, K., Hoshi, T., Inami, M., & Kitazaki, M. (2018). Illusory body ownership of an invisible body interpolated between virtual hands and feet via visual-motor synchronicity. *Scientific Reports*, 8 (1), 7541.
- [3] Fribourg, R., Ogawa, N., Hoyet, L., Argelaguet, F., Narumi, T., Hirose, M., & Lécuyer, A. (2020). Virtual co-embodiment: evaluation of the sense of agency while sharing the control of a virtual body among two individuals. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, doi: 10.1109/TVCG.2020.2999197.
- [4] Hagiwara, T., Sugimoto, M., Inami, M., & Kitazaki, M. (2019). Shared Body by Action Integration of Two Persons: Body Ownership, Sense of Agency and Task Performance. *IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces (VR)*, 954-955.