



Invisible Split Body : 手足のみの透明身体を用いた 1つの身体として知覚される範囲の拡張

近藤亮太¹⁾, 廣瀬通孝¹⁾

1) 東京大学 (〒113-8654 東京都文京区本郷7丁目3-1, ryota.kondo@vr.u-tokyo.ac.jp, hirose@cyber.t.u-tokyo.ac.jp)

概要 : 分裂した半身の位置を操作することで, 自己位置を拡張できる。しかし, 多くの体験者が近い距離での分裂以外のレイアウトでは, 分裂身体を独立した2つの身体として知覚していた。2つの身体の有感度は, 1つのよりも弱いことがわかっている。そこで本研究では, 参加者の補完によって全身を知覚する手足のみの透明身体を用い, 様々なレイアウトにおいても1つのまとまった身体として知覚させ, 身体有感を維持する方法を提案する。

キーワード : 身体有感性, 分裂身体, 透明身体

1. はじめに

バーチャル身体の分裂によって, 身体有感性(自分の身体である感覚)を維持したまま, 自己位置感覚(自分がここにいるという位置感覚)を拡張可能であることがわかっている[1]。Dynamic Split Body[2]では, 分裂した半身の位置を参加者が動的に操作できるようにすることで, 分裂しても1つの身体のように知覚される体験と, 独立した2つの身体として2地点に位置しているように感じる体験を提供した。

国際会議 SIGGRAPH Asia 2023 における体験者投票の結果, 69%の体験者が近い距離での分裂時に, まとまった1つの身体を所有しているように感じ, 合計96%の体験者が, それ以外の分裂レイアウト(遠い距離の分裂, 前後分裂, 左右入れ替え)で2つの独立した身体を所有しているように感じたことがわかった。これは, 近い距離での分裂以外では, 分裂身体間のつながりが知覚できないことが原因だと考えられる。しかし, 2つの身体に対する有感性は, 1つの身体に対する有感性よりも弱いことが明らかとなっていること[3], [4]から, 分裂身体の中の多くのレイアウトでは, 有感性が低くなることが予想される。加えて, 2つのタスクを行う際は, 2体の独立性が高いほうがよいが, 広い範囲で1つのタスクを行う際は, 1つの身体として知覚されたほうが作業はしやすいはずである。そこで, 本研究では, 観察者の補完によって全身を知覚する手足のみの透明身体 [5]を用いることで, 様々なレイアウトにおいても1つのまとまった身体として知覚させ, 身体有感を維持する方法を提案する(図1)。半身の位置関係だけでなく, 半身の見た目も操作し, 手足のみの透明状態と, 全身が見える

不透明状態を切り替えることで, 知覚される身体数や身体間のつながりをこれまで以上に細かく制御できるだろう。

これまでの研究から, スケールの小さいまたは大きい透明身体[6]や片腕の長い透明身体[7]に対しても有感性が生起することが明らかになっており, その柔軟な特性から, 様々なレイアウトにおいても, 観察者は身体間のつながりを補完し, まとまった1つの身体として知覚できると考えた。

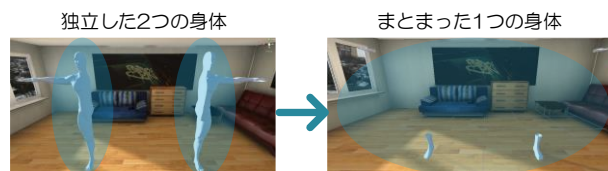


図 1 : コンセプト

2. 体験内容

2.1 装置

体験者は HMD (Vive Pro)を通して VR 空間を観察する。また, 左右の手に Valve index controller を持ち, 左右の足と腰に Vive トラッカーをつけることで, Virtual Motion Capture¹を使ったフルボディトラッキングを行い, その運動を Easy Virtual Motion Capture For Unity²を用いて Unity 上の分裂アバタ及び透明身体に反映する。

2.2 体験の流れ

バーチャルな手と足が参加者の身体と同じ位置に提示され, 参加者はそれを一人称視点で観察する。参加者の前には鏡があり, 参加者が体を動かすと, その動きに同期し

¹ <https://vmc.info/>

² <https://gpsnmeajp.github.io/EasyVirtualMotionCaptureForUnity-documents/>

てバーチャルな手と足が動く。それによって、手と足の間の空間（透明身体）が自分の体のように感じられる。コントローラーのトリガーを押しながらコントローラーを水平方向に動かすことで、コントローラーの移動量に応じて、手足のみの半身が水平方向に移動する。このとき、参加者の視点は変化しない。右のコントローラーで右半身を動かす、左のコントローラーで左半身を動かす。ボタンを押すことで、参加者はアバタを分裂身体と同じ半分に分かれた全身アバタに切り替えることができる。分裂身体と透明身体を比較することで、透明身体のほうが分裂身体よりも、1つのまとまった身体のように知覚されやすいことが体験できるだろう。

2.3 分裂身体との違い

我々の以前の研究では、近い距離の分裂、遠い距離の分裂、前後分裂、左右入れ替えの4つのレイアウトを提案した。そして、体験者の投票結果から、近い距離でのみまとまった1つの身体のように感じ、それ以外の条件では独立した2つの身体のように感じられることが明らかとなった。一方観察者が透明部分の身体を補完する透明身体では、まとまった1つの身体として感じられる条件が大幅に広がり、左右入れ替え以外はまとまった1つの身体として感じられることが予備観察から予想される（図2）。透明身体をつなぐ力を補完する力は分裂身体よりも強いものの、左右入れ替えのように、つながりが全く予想できないような配置では、半身ごとの独立性が維持されると考えられる。

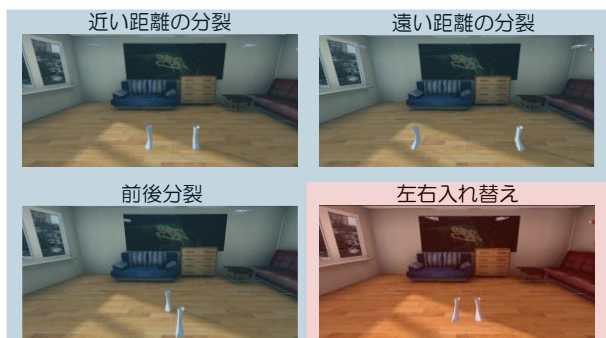


図2：様々な身体の配置。青枠のレイアウトはまとまった1つの身体、赤枠のレイアウトは独立した2つの身体として知覚されることが予想される。

3. おわりに

本技術展示では、参加者の補完によって全身を知覚する手足のみの透明身体を用いることで、様々な分裂においても1つのまとまった身体として知覚させ、身体所有感を維持する方法を提案した。透明身体は分裂身体よりも、まと

まった身体として知覚されやすい性質があると考えられ、分裂身体と透明身体を切り替えることで、まとまった1つの身体としての知覚と独立した2つの身体としての知覚を柔軟に切り替えることができるかもしれない。

謝辞 本研究は JSPS 科研費 JP22K17938 及び電気通信普及財団の助成を受けた。

参考文献

- [1] R. Kondo and M. Sugimoto, "Split body: Extending self-location by splitting a body left and right," *Front. Virtual Real.*, vol. 3, p. 992803, Oct. 2022, doi: 10.3389/FRVIR.2022.992803.
- [2] R. Kondo and M. Sugimoto, "Dynamic Split Body: Changing Body Perception and Self-Location by Manipulating Half-Body Position," *Proc. - SIGGRAPH Asia 2023 Emerg. Technol. SA Emerg. Technol.* 2023, Nov. 2023, doi: 10.1145/3610541.3614588.
- [3] 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.
- [4] 近藤亮太, 杉本麻樹. "アフォーダンス課題を用いたVR空間での複数身体に対する所有感の同時性の検討." *日本バーチャルリアリティ学会論文誌*, 27, pp. 353-360, 2022.
- [5] R. Kondo, M. Sugimoto, K. Minamizawa, T. Hoshi, M. Inami, and M. Kitazaki, "Illusory body ownership of an invisible body interpolated between virtual hands and feet via visual-motor synchronicity," *Sci. Rep.*, vol. 8, no. 1, pp. 1-8, Dec. 2018, doi: 10.1038/s41598-018-25951-2.
- [6] R. Kondo, M. Sugimoto, and H. Saito, "Effects on Size Perception by Changing Dynamic Invisible Body Size," *Proc. - 2024 IEEE Conf. Virtual Real. 3D User Interfaces Abstr. Work. VRW 2024*, pp. 733-734, 2024, doi: 10.1109/VRW62533.2024.00163.
- [7] 近藤 亮太, 上田祥代, 杉本麻樹, 南澤孝太, 稲見昌彦, 北崎充晃. "見えない長い腕：四肢先端の視覚運動同期による四肢伸張透明身体への所有感生成と行動変容." *日本バーチャルリアリティ学会論文誌*, 24, pp. 351-360, 2019.