



2026 年 2 月 16 日

自律で動くロボット腕を人はどこまで自分と感じるのか ～人の自然な動きに近い速さで身体所有感と使いやすさ、社会的印象が最大に～

<概要>

将来、AI によって自律的に動く義手が普及したとき、人はそれをどのように感じ、受け入れるのでしょうか。本研究では、バーチャルリアリティ (VR) で「自分の腕がロボット義手になった」状況を再現し、義手が自律的に動く速度が、身体所有感（自分の身体だと感じる感覚）、主体感（自分が動かしている感覚）、使いやすさ（ユーザビリティ）、そしてロボットに対する印象（有能さ・不快感など）に与える影響を調べました。その結果、義手の動きが速すぎても遅すぎても身体所有感や使いやすさが低下し、人の自然な到達動作に近い中程度の速度（動作時間約 1 秒）で最も良い印象が得られることが分かりました。

<詳細>

手や腕を失った場合、義手は生活機能を支える重要な技術です。これまでの義手研究では、筋電 (EMG) や脳波 (EEG) などの生体信号を利用して「本人の意図どおりに動かす」制御法や、その精度向上が盛んに研究されてきました。一方で近年、機械学習や AI 技術の進展により、義手が状況を判断して自律的・半自律的に動作して支援する未来が現実味を帯びています。しかし、自分の意図と一致しない動きが起きると、人は違和感を覚えやすく「自分の身体ではない」と感じてしまい、受容の大きな壁になります。

この課題に対し、先行研究では「勝手に動くとしても、その目的や意図が分かっていると違和感が減り、身体として受け入れやすくなる」可能性が示されています。そこで豊橋技術科学大学情報・知能工学専攻博士後期課程修了（現在は、高知工科大学情報学群助教）のハプアーラッチ ハリン マヌジャヤ (Hapuarachchi, Harin Manujaya) 氏らは、動きの速度に注目しました。VR 空間で左前腕が義手になったアバターを提示し、参加者は到達課題を行います。義手（バーチャルな前腕）は、ターゲットに向かって自律的に曲がる動作を行い、その動作時間を 6 段階（125ms～4 秒）に変えて比較しました。各条件後に、身体所有感、主体感、ユーザビリティ (SUS)、およびロボットの社会的印象 (RoSAS：有能さ・温かさ・不快感) を評価しました。

結果は明確でした。

- ・中程度の速度（動作時間 1 秒）で、身体所有感・主体感・使いやすさが最も高い。
- ・最速（125ms）と最遅（4 秒）では、身体所有感・主体感・使いやすさが有意に低い。
- ・「有能さ」は中程度～やや速めで高く、「不快感」は最速条件で高い。「温かさ」は速度による差が明確ではない。

つまり、AI 義手が自律的に支援する未来においては、「高精度で速い」だけでなく、「人

が自分の身体として受け入れやすい速度設計」が重要であることを示しています。

本知見は、将来の自動義手だけでなく、身体能力を拡張する余剰肢ロボティクスや外骨格、ウェアラブルロボットなど、「身体の一部として動作するロボット」の設計にも応用できる可能性があります。

また今後は、長期使用による順応・学習にも注目します。人は使い慣れた道具を身体の一部のように感じる場合があります。もし高速で正確なロボット身体部位を日常的に使えば、それが「普通」になり、より使いやすく、身体として感じやすくなる可能性があります。

さらに VR を用いることで、現時点ではまだ一般化していない義肢技術や制御方式を安全にシミュレーションし、人の心理・受容性・設計要件を事前に検証できる点も重要です。

＜謝辞＞

本研究は、JSPS 科研費（JP22KK0158）、村田学術振興・教育財団、JST 科学イノベーション創出に向けた大学フェローシップ創設事業（JPMJFS121）、文部科学省次世代研究者挑戦的研究プログラム（202334Z302）の支援を受けて実施されました。

＜論文情報＞

Hapuarachchi, H., Inoue, Y., Shigemasu, H., & Kitazaki, M. (2026).

Movement speed of an autonomous prosthetic limb shapes embodiment, usability and robotic social attributes in virtual reality.

Scientific Reports (Published: 07 February 2026).

DOI: 10.1038/s41598-026-38977-8



図1：自律義肢のコンセプト

空間で参加者は、左前腕が自律的に動く義手に置き換わったアバターを身体化し、義手は異なる速度でターゲット方向へ屈曲した。

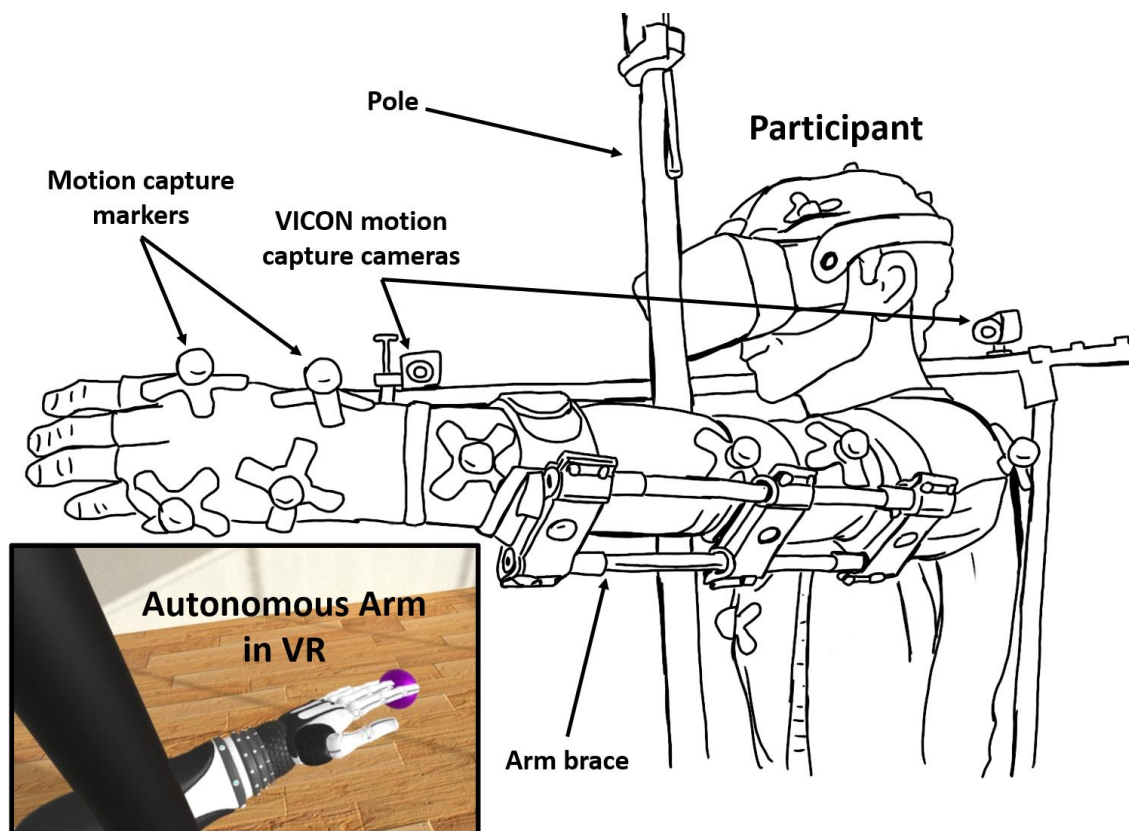


図2：実験セットアップとVRでの視野イメージ

空間で参加者は、左前腕が自律的に動く義手に置き換わったアバターを身体化し、義手は異なる速度でターゲット方向へ屈曲した。