



能動的なアバター変身がバーチャル身体化に及ぼす影響

The Effect of the Active Avatar Transformation Process on Virtual Embodiment

村上太一¹⁾, 北崎充晃¹⁾

Taichi MURAKAMI, and Michiteru KITAZAKI

1) 豊橋技術科学大学大学院工学研究科 (〒441-8580 愛知県豊橋市天伯町雲雀ヶ丘 1-1, murakami.taichi.ju@tut.jp, mich@tut.jp)

概要：これまでの身体化研究では、実世界の身体とは異なる外観をもつアバターへ身体化することによる変身の可能性が示されてきた。一方で、それらのアバターはユーザへ受動的に突然与えられており、ユーザが能動的に変身へ作用する方法については調べられていない。そこで、本研究ではユーザの意図を反映可能な変身プロセスとして、身体動作とコントローラ操作を用いた 2 種類の能動的な変身と、その視覚的表現として身体動作に応じてだんだん変身する・一瞬で変身する・身体動作に関係なく変身するという 3 条件を作成し、検討した。

キーワード：変身, バーチャル身体化, 身体所有感, 変身感

1. はじめに

近年の HMD やメタバースによって、自分の身体を生来の自分とは大きく異なる外観や身体的構造をもつアバターへ変化させる体験が提供されるようになった。これらの生来の身体と一致しないアバターが自分の身体として獲得可能であるかどうかはバーチャル身体化の文脈において盛んに調べられている。ある身体を自分の身体のように感じるためには、「この身体は自分のものである」という身体所有感の生起が必要であり、それが自己身体とは異なる対象にも生じることがラバーハンド錯覚で示されている[1]。その生起条件として、身体構造の類似性や一人称視点の所与、アバターと実世界の身体の視覚触覚同期性や視覚運動同期性などが明らかにされてきた。さらに、身体所有感が生起したアバターの操作体験が人へ与える影響についての研究も行われており、行動や社会的態度も変化することが示されている[2]。

これらの拡張された身体は受動的に発達していく現実世界の身体と異なり、ユーザの意図に応じて衣服を着替えるようにして能動的に編集することが可能である。つまり、受動的なプロセスであった身体の変化をユーザが意図的に操作可能な行為として捉えることが可能となった。

しかし、能動的にアバターを獲得する過程がユーザに対してどのような影響を与えるかどうかについて検討した研究は少ない。これまでの多くの研究ではユーザが VR 環境に入ると同時にアバターを与え、そのアバターに対してどの程度の身体性が生起するかどうかを調べており、ユーザが変身自体に能動的に関与するアプローチは取り入れられてはいない。

Otono らは、腕に力を入れることに起因して全身の筋肉が膨張したアバターへと変化するトランジションは、システムが受動的に身体を筋肉質に変化させるトランジションと比べて変身後の行為主体感の感覚を維持することを示した[3]。一方で腕の動作のみによって全身が変身しており、運動と変身部位の整合性は保たれておらず、その整合性が身体性へ与える影響については明らかになっていない。また、ユーザに変身する意図が生起していたかどうかについても保証されておらず、変身行為に対する行為主体感の有無が身体性へどのように影響するかどうかは明らかになっていない。

中川らはターゲットへ触れるために伸長する腕の実装方法として、腕を伸ばした方向へ 10 倍伸びる方法・腕を伸ばした速度を参照する方法・視線と指の向きを参照して一瞬で伸びる方法の 3 種類を比較した[4]。その結果、伸長方法に応じて身体性の感覚が変化することを示した。この研究ではユーザの意図は生じているが変身へ関与する方法は腕を伸ばすことのみであり、全身の変身に対して有効な関与方法は未だ明らかになっていない。

2. 目的

本研究では既に身体所有感を獲得したアバターから、外見が異なる違うアバターに変身する際の能動的な変身の検討を行う。そのためにユーザに変身の意図を確実に生起させた後、変身へ能動的に関与するインタフェースとして身体動作とコントローラ操作の 2 種類を用いた。さらに、これらの変身における変身部位と身体運動の整合性の程度が異なる 3 種類の変身を実装した。変身部位と身体運動

が合致する合致条件, 一部分の身体運動により全身が一瞬で変身する瞬時条件, 身体動作と変身のタイミングが合致しない非合致条件である。

身体動作のインタフェースにおいてユーザは半透明な壁を越えるように身体を動かすことが求められる。合致条件では壁を越えたユーザの身体部分に変身後の身体へ置き換わる。(図1, 図2)。瞬時条件ではユーザの身体の一部が壁を越えた瞬間に全身が変身後の身体に置き換わる。非合致条件ではユーザの身体が壁を越えていないランダムなタイミングで壁がユーザの方向へ自律的に移動し身体を変身させる。コントローラ操作のインタフェースにおいては壁への身体動作を用いた変身への関与がコントローラのトリガー押下に置き換わる。つまり, 合致条件においてはトリガーを押下した分だけ身体部分が変身後の身体に置き換わる。瞬時条件ではユーザがトリガーを押下した瞬間に全身が変身後の身体に置き換わる。非合致条件ではユーザがトリガーを押していないタイミングで自動的に合致条件と同様の見た目の変身が開始される。本研究ではこれらの変身インタフェースの2条件と整合性の3条件における身体所有感, 行為主体感, 変身の感覚を調べる。さらに, 変身のユーザインタフェースという観点から, これらの変身方法について SUS (System Usability Scale) を用いたユーザビリティの比較も行う。

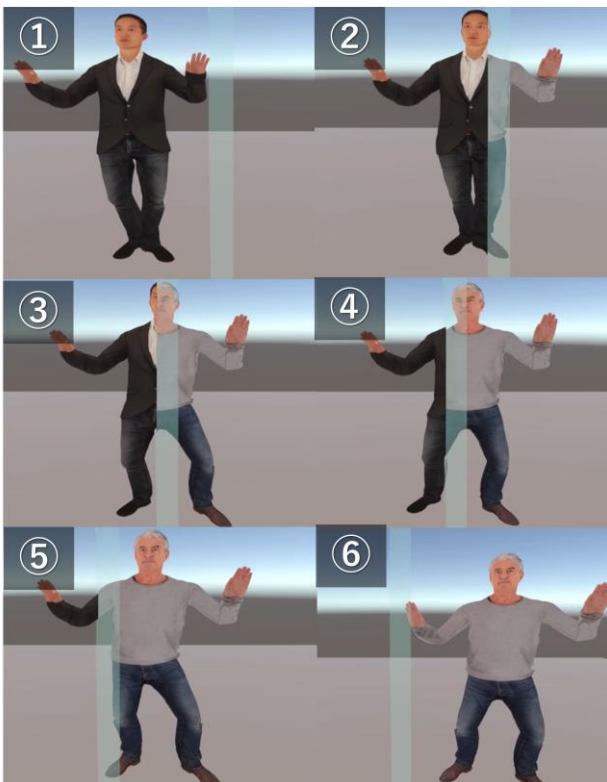


図1 身体動作を用いた変身における合致条件の外見変化。半透明な青色の領域を越えた部位が変身後の部位に置き換わる

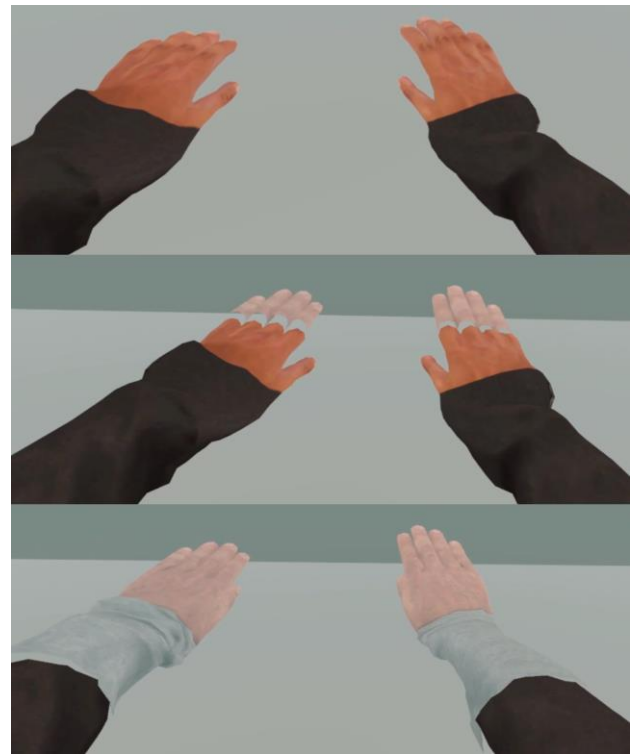


図2 身体動作を用いた変身における合致条件の外見変化(1pp)。腕を半透明な壁を越えるように突き出している様子。

身体動作条件はコントローラ条件と比べてより直感的な操作が可能であるため, 整合性の合致条件と瞬時条件において身体所有感, 行為主体感, 変身感が高くなると予想された。整合性の非合致条件においてはどちらの条件においても変身の運動が開始される以前に変身が行われるため, 同等の結果になると予想した。

同じインタフェースにおける身体運動と変身部位の整合性の条件においては, 変身部位と運動の整合性の高い順序である合致条件>瞬時条件>非合致条件の順に身体所有感, 行為主体感, 変身感が高いと予想した。

3. 方法

3.1 装置

本実験は一台のコンピュータ (OS : Windows11, RAM : 32GB, CPU : Intel core i7 12700KF, GPU : GeForce RTX 3080) によってすべての実験を制御した。視覚刺激としてヘッドマウントディスプレイ (HTC VIVE ProEye, 片目 1440×1660 pixel, 視野角 110deg, リフレッシュレート 90Hz) を用いた。実環境の身体の動作をトラッキングし, VR 環境内のアバターの動作へ反映させるために, HTC VIVE Base Station (1.0) 3台と VIVE Tracker (2018) 5台, VIVE コントローラからなるシステムを構築した。センサが配置されていない関節の動作は, Final IK を用いた逆運動学による推定を行った。実験環境は Unity (2022.3.14f1) の URP テンプレートをを用いて作成した。

3.2 アバター

アバターは変身前と変身後の2種類を用意した(図3)。変身前と変身後のアバターの腕や足などの身体の比率は同等になるように調整した。アバターは変身前と変身後で劇的に変化しないものを設定することにより、ユーザが変身の動作に集中できるようにした。

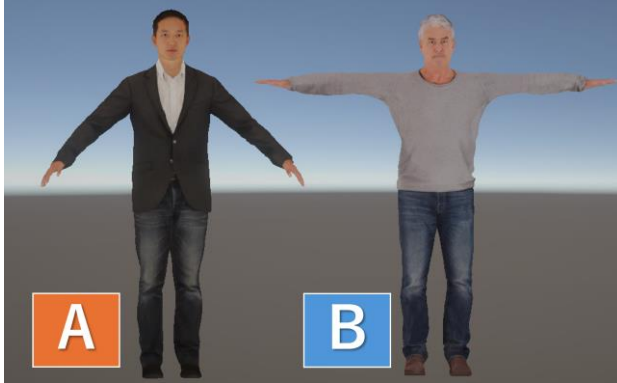


図3 アバターの外見。変身前アバター(A)。変身後アバター(B)

3.3 ユーザへの能動性の生起

ユーザに自発的な変身の意図を生起させるために、青い箱と赤い箱を用いたリーチングタスクを行う。このタスクではまず青い箱のみを出現させる。次に、十分な時間が経過後にランダムなタイミングで赤い箱を出現させる。赤い箱は変身後のアバターでなければ触ることができないように設定してあり、それを事前にユーザへ周知しておく。そのため、ユーザは赤い箱へリーチングするためには自らの意思で変身を行わなくてはならない。これにより、出現

した赤い箱をユーザが確認することを通して自発的に変身への能動性が生起する状況を作り出す。

4. 結果と考察

上記の方法に基づき実験を実施し、その結果を報告する。

謝辞 本研究はJSPS 科研費 (JP22KK0158、JP23K17460) の補助を受けて実施された。

参考文献

- [1] Kilteni, Konstantina, Raphaela Groten, and Mel Slater. "The sense of embodiment in virtual reality." *Presence: Teleoperators and Virtual Environments* 21.4 (2012): 373-387.
- [2] Maister, L., Slater, M., Sanchez-Vives, M. V., & Tsakiris, M. (2015). Changing bodies changes minds: owning another body affects social cognition. *Trends in Cognitive Sciences*, 19(1), 6-12.
- [3] Otono, R., Genay, A., Perusquia-Hernández, M., Isoyama, N., Uchiyama, H., Hachet, M., & Kiyokawa, K. (2022, October). Studying "Avatar Transitions" in Augmented Reality: Influence on Sense of Embodiment and Physiological Activity. In 2022 IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality Adjunct (ISMAR-Adjunct) (pp. 503-504). IEEE.
- [4] 中川航太郎, 井上康之, Hapuarachchi H, 杉本麻樹, 稲見昌彦, 北崎充晃. "伸長する腕に対する身体性の獲得: 伸長実装法による違い." *日本バーチャルリアリティ学会論文誌* 27.4 (2022): 341-351.