

2024年 8月 23日

豊橋技術科学大学長 殿

情報・知能工学専攻
学位審査委員会
委員長 北岡 教英 

論文審査及び最終試験の結果報告

このことについて、博士学位論文審査を実施し、下記の結果を得ましたので報告いたします。

学位申請者	HAPUARACHCHI HARIN MANUJAYA		学籍番号	第 183385 号
申請学位	博士（工学）	専攻名	大学院工学研究科博士後期課程 情報・知能工学専攻	
博士学位論文名	Virtual embodiment for multiple agents (複数エージェントのためのバーチャル身体化)			
論文審査の期間	2024年 7月 18日 ～ 2024年 8月 22日			
公開審査会の日	2024年 8月 22日		最終試験の実施日	2024年 8月 22日
論文審査の結果※	合格		最終試験の結果※	合格
審査委員会(学位規程第6条) 学位申請者にかかる博士学位論文について、論文審査、公開審査会及び最終試験を行い、別紙論文内容の要旨及び審査結果の要旨のとおり確認したので、学位審査委員会に報告します。 委員長 南 哲人  委員 福村 直博  杉本 麻樹  北岡 教英  印 印 印 印				

※論文審査の結果及び最終試験の結果は「合格」又は「不合格」の評語で記入すること。

論文内容の要旨

本論文は、複数の人やエージェントが部位を分担して操作するアバターへの身体化の誘発方法の開発と評価を中心に、日常的に人と人以外のエージェントが融合する未来社会を想定したバーチャル身体に関する認知科学研究を扱っている。第一章では、現代から想定される人と人以外のエージェントが融合する未来社会の姿とそれまでに解くべき問題を示している。第二章では、身体性、バーチャル身体化と共身体化、そして共感についての関連研究をまとめ、それに基づき第三章で論文全体の目的を示している。第四章では、二人の人が一つのアバターの左右を分担するバーチャル共身体について、二人の間の目的の一致と共有が自分が担当していない部位の自己身体化を増強することを明らかにしている。第五章では、同様な左右分担のバーチャル共身体について、二人の間の力触覚フィードバックが担当していない部位の自己身体化を向上させることを示している。第六章では、人と機械が融合する身体として自律的に動作するバーチャル義肢を開発し、その自己身体性と使いやすさ、社会的印象を調べ、最適な動作速度を明らかにしている。第七章では、身体化の必要条件として身体運動の空間的一致よりも時間的同期性が重要であることを示している。第八章では、人とロボットが恥ずかしい状況にある様子をバーチャル空間で観察することで感じる共感性羞恥について調べ、ロボットに対しても共感性羞恥が生じることを示している。第九章では、結果をまとめて、本研究成果の限界や発展について議論している。

審査結果の要旨

本論文は、実世界とサイバースペースが融合して人中心社会を目指す Society 5.0 の未来ビジョンに着想を得ている。その中心となるのは、バーチャルリアリティを用いて、一つのアバターを二人の人や人以外のエージェントが操作するバーチャル共身体を含む、新しい身体における自己身体性を探求することである。本論文では、身体性に加えて、自律動作するバーチャル義肢への社会的印象を探求し、さらに人以外のエージェントに対する共感を理解し、人とエージェントが共在する未来での社会的相互作用の理解を深めることを目指している。

実験 1, 2 では、二人の個人によって同時に制御されるアバターであるバーチャル共身体を導入し、一人が左の手足を、もう一人が右の手足を制御する際の自己身体性を調べた。その結果、二人が動作目標を共有している場合やパートナーの目標を見ることができるときに、目標が見えない場合と比べて身体所有感と行為主体感が高くなること（実験 1）、パートナーからの力触覚フィードバックがあるときにない場合に比べて身体所有感と行為主体感が高くなること（実験 2）が示された。実験 3 では、人と機械の共身体を想定して、参加者の腕の一つを自律動作する義肢に置き換えるバーチャル義肢を導入し、その動作速度が身体性、使いやすさ、そして能力、温かさ、不快感などのロボットの社会的印象にどのように影響するかを探求した。その結果、身体性と使いやすさに共通な最適速度を見だし、その速度は自律動作義肢に比較的良好な社会的印象をもたらすことが示された。実験 4 では、人が生体力学的に取ることでできない動作を可能とするアバター身体についての身体所有感と行為主体感を調べ、たとえば人が行えない姿勢や空間位置に四肢が動作するとしても、人とアバターの動作の時間的同期が保たれれば自己身体と感じられることを示した。最後に実験 5 では、サイバースペースにおける人と人ではないエージェント（ロボット）に対する共感について、人やロボットが恥ずかしいであろう状況を観察する実験で調べた。その結果、恥ずかしい状況においてロボットは人よりも恥ずかしいとは思わないだろうと推定するにもかかわらず、そこから自分が感じる共感性羞恥については人からもロボットからも同様に生じることが示された。

本論文は、人とロボットとの共存する社会における身体性や共感に影響を与える要因に関する貴重な洞察を提供しており、Society 5.0 における新しいタイプの身体との相互作用を理解するための重要な基盤となる。さらに、より人らしいロボットのデザインや人の感情を理解し応答するより良いエージェントの開発にも貢献する可能性がある。したがって、本論文は博士（工学）の学位論文に相当するものと判定した。