

2025年 2月 19日

豊橋技術科学大学長

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	中村 純也		学籍番号	第 183355 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	視触覚提示による身体運動を伴わないバーチャル歩行体験の生成 (Generating Virtual Walking Experiences without Body Movement through Visual and Vibro-Tactile Stimuli)			
論文審査の期間	2025年 1月 16日 ～ 2025年 2月 19日			
公開審査会の日	2025年 1月 31日		最終試験の実施日	2025年 1月 31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 北崎 充晃				

※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

近年、高齢化や疾患、パンデミックにより、自由に歩行できない人や状況が増えている。歩行は心身の健康にとって重要であり、身体運動を伴わずに体験できる手法が求められている。本博士論文では、視覚および触覚提示を活用したバーチャル歩行システムを開発し、その効果を検証した。第1章では、バーチャル歩行の社会的な必要性について整理し、第2章では、人の歩行およびバーチャルリアリティ（VR）を用いた歩行に関する関連研究を概観した。第3章では、アバターの種類、視点、および足裏振動の同期性が歩行感覚や遠隔臨場感に与える影響を調べ、主観視点で全身アバターと同期振動を組み合わせると、最も歩行感覚が向上することを示した。第4章では、360度動画を用いて視覚シーンと振動パターンを操作し、それらが一致している場合、歩行感覚や地面の質感知覚が強化されることを明らかにした。第5章では、360度動画環境で地面にアバターの影を投影することで、遠隔臨場感や脚運動感が向上し、VR酔いが軽減されることを示した。第6章では、姿勢の影響を検討し、立位が最も効果的であったが、仰臥位でも一定の歩行体験が得られることを確認した。第7章では、総合考察を行い、得られた結果を整理するとともに、将来の社会実装に向けた課題について検討した。第8章では、本論文の結論として、得られた知見を活用することで、身体的制約のある人にもバーチャル歩行体験を提供できる可能性を示した。

審査結果の要旨

本論文は、高齢化や疾患、パンデミックなどの社会的制約により自由な歩行が困難となった人々のために、身体運動を伴わずに歩行体験を提供するバーチャル歩行システムを開発し、その効果进行评估したものである。特に、視覚的な自己身体アバターの提示、足裏振動刺激、360度動画を組み合わせたバーチャル環境を用い、リアルな歩行感覚と遠隔臨場感の向上に寄与する要因を詳細に検討した。アバターの提示と歩行感覚の関係については、主観視点において全身アバターを用い、足裏振動と同期させることで、歩行感覚、脚運動感、遠隔臨場感が最も向上することを実証した。手足のみのアバターでも一定の効果が認められたが、三人称視点での提示では歩行感覚が低下する傾向が確認された。実世界の360度動画を用いた研究では、屋内の廊下、雪道、草地などの異なる環境において、振動パターンが視覚シーンと一致する場合、歩行感覚と地面の質感知覚が強化されることが明らかになった。一方で、振動パターンと視覚シーンが不一致の場合、地面の質感知覚が混乱し、歩行体験の効果が低下することも示された。また、同様の360度動画にアバターの影を地面に合成投影することで、遠隔臨場感や脚運動感が向上し、VR酔いが軽減されることを示した。ユーザーの姿勢がバーチャル歩行体験に及ぼす効果については、立位での体験が最も効果的であったが、仰臥位でも一定の歩行感覚が得られることが確認された。

本研究は、視覚・触覚の統合を通じて、身体運動を伴わないバーチャル歩行体験の効果的な提供手法を体系的に示した点で、学術的に重要な貢献を果たしている。また、実験による検証が十分に行われており、論理的な整合性と再現性の高い研究である。これらの成果は、VR技術を活用したリハビリテーション、遠隔体験の提供、さらにはメタバース領域への応用や社会実装にも寄与することが期待される。以上の点を総合的に評価し、本論文は博士（工学）の学位論文として十分な水準に達しており、合格と判断した。