

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	
Title(English)	Spatiotemporal Gait Guidance Using Audiovisual Cueing with a Synchronized Walking Avatar in Augmented Reality
著者(和文)	MILLERDane Anthony Lee
Author(English)	Dane Anthony Lee Miller
出典(和文)	学位:博士(学術), 学位授与機関:東京科学大学, 報告番号:甲第397号, 授与年月日:2025年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:三宅 美博,山村 雅幸,小野 功,瀧ノ上 正浩,吉村 奈津江
Citation(English)	Degree:Doctor (Academic), Conferring organization: Institute of Science Tokyo, Report number:甲第397号, Conferred date:2025/3/26, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

(博士課程)

論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第	号	学位申請者氏名	MILLER DANE ANTHONY LEE	
論文審査 審査員		氏名	職名	氏名	職名
	主査	三宅 美博	教授	吉村 奈津江	教授
	審査員	山村 雅幸	教授		
		小野 功	教授		
	瀧ノ上 正浩	教授			

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は、拡張現実 (Augmented Reality (AR)) 空間における人間とアバタの協調的な歩行生成について研究したものである。具体的には、AR 空間において人間がアバタと協調的な歩行をする場合に、アバタを介して人間の歩行を誘導できる可能性を調査し、この結果を踏まえて、高齢者の歩行改善に対する有効性を明らかにしている。本論文は「Spatiotemporal Gait Guidance Using Audiovisual Cueing with a Synchronized Walking Avatar in Augmented Reality」と題し、全4章から構成されている。

第1章「Introduction」では、本研究の背景と課題、課題解決のための方針を述べている。まず、加齢による歩行機能の低下は生活の質を低下させるものであり、歩行のガイダンスによる歩行機能の向上が求められていると述べている。しかし、歩行ガイダンスには歩行周期等の時間的パラメータとストライド長等の空間的パラメータの両方があるにもかかわらず、多くの研究は単一の側面のガイダンスのみに焦点を当てており、複数の歩行パラメータを独立して調整することが難しいという残された問題があることを指摘している。そこで本論文では、AR 空間で高齢者と安定して協調歩行できるアバタを開発するとともに、アバタを介した空間的フィードバックおよび時間的フィードバックの高齢者の歩行ガイダンスへの有効性を調査することを目的としている。

第2章「Spatiotemporal Gait Guidance Using Audiovisual Cues of Synchronized Walking Avatar in Augmented Reality」では、アバタを用いた人間の歩行ガイダンスへの有効性の調査をしている。具体的には、空間的および時間的フィードバックを同時に提供するために、ヘッドマウントディスプレイ上で動作する AR アバタのシステムを開発した。このアバタは、人間の足接地タイミングに同期して歩行するものであり、空間的フィードバックは人間に対するアバタの距離変化による視覚刺激で入力され、時間的フィードバックは人間に対するアバタの足音としての聴覚刺激の位相変化によって入力されるものである。本論文では、4つの条件 (距離増加かつ位相差増加, 距離増加かつ位相差減少, 距離減少かつ位相差増加, 距離減少かつ位相差減少) が設定され、8名の若年健常者で実験を行っており、その結果、距離の増減に対応するストライド長の増減および位相差の増減に対応する歩行周期の増減を確認している。さらに、アバタの歩行の時間的および空間的パラメータの変化に対して、それぞれ独立した影響が得られることも示している。

第3章「Effects of Gradual Spatial and Temporal Cues Using Synchronized Walking Avatar on Elderly Gait」では、高齢者と安定して協調歩行する AR アバタの開発および有効性調査の結果をまとめている。具体的には、高齢者に対しても安定的に動作可能なアバタとして、人間の歩行リズムを計測して歩行の位相推定を行う計測システムと、人間の歩行の位相に同調してアバタのリズムを生成するフィードバックシステムを新たに開発し、導入している。そして19名の高齢者を対象に提案システム用い、歩行改善に対する有効性を評価している。実験の結果、空間的フィードバックとして参加者に対するアバタの距離を長くすると、参加者の空間的パラメータであるストライド長が有意に増加し、同様に、時間的フィードバックとして参加者に対するアバタの歩行の位相を早めると、時間的パラメータとしての歩行周期が有意に短くなったとしている。これらの結果は若年健常者の実験結果と一致し、さらに持続効果も示唆しており、提案システムの歩行リハビリテーションへの応用可能性についても述べている。

第4章「General Discussion」では、提案したシステムの歩行リハビリテーションに対する有効性とそのメカニズムについて考察している。具体的には、視覚刺激は空間的なガイダンスに有効であり、聴覚刺激は時間的なガイダンスに有効であると主張している。さらに、AR アバタの視覚と聴覚の同時刺激を介して空間的および時間的フィードバックをできるため、歩行ガイダンスにおけるマルチモーダルなアプローチの有効性についても述べている。結論として、本論文で提案したシステムの特徴は、人間とアバタの協調歩行で空間的および時間的フィードバックを提示し、その結果として空間的および時間的な歩行ガイダンスができることにあるとしている。

以上を要するに本論文は、人間と協調歩行する AR アバタを用いた時空間的フィードバックの統合システムを実現し、それによる歩行パラメータの即時および持続的なガイダンスの可能性を明らかにしたものであり、学術上貢献するところが極めて大きい。よって、本論文は博士（学術）の学位論文として十分に価値があるものと認められる。

注意：「論文審査の要旨及び審査員」は、東京科学大学リサーチリポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。