

氏 名 佐々木 海

学位の種類 博士 (人間情報学)

学位記番号 博甲第 9619 号

学位授与年月 平成2年3月25日

学位授与の要件 学位規程 第4条第1項該当 (昭和28年4月1日文部省令第9号)

審査組織 グローバル教育院

学位論文題目 Stair-Climbing Mobility Device utilizing Mechanical Power Flow between Human and Machine (人-機械間の共力に基づき階段昇降するパーソナルモビリティ)

(職名)

(学位)

(氏名)

主査 筑波大学 教授

博士 (工学)

鈴木 健嗣

副査 筑波大学 教授

工学博士

山海 嘉之

副査 筑波大学 准教授

博士 (工学)

井澤 淳

副査 筑波大学 教授

博士 (医学)

羽田 康司

副査 筑波大学 教授

博士 (感性科学)

山中 敏正

論文の要旨

世界中の多くの下肢運動機能障害者の移動支援機器として、車椅子が広く普及している。特に上体の動作が可能である場合は手動式の車椅子が使用され、社会生活を送る上で必要不可欠な移動機能を補っている。しかしながら、路面状況や段差によりその移動範囲は制限されており、社会生活を送る上で移動困難になる場面は多く、解決すべき多くの課題が残っている。段差踏破を実現するための機械的要件は極めて高く、手動にて座位で段差を踏破可能な機器の実現は大変困難である。またこれを実現するためには、機械と一体となった移動に関する物理的・生理的理解が必要不可欠であり、これらに基づき身体運動を支援する手法の開発を行うことが重要である。このような背景の下で、本論文の著者は、新しいパーソナルモビリティの実現を目指し、人-機械間の共力に着目することで、段差を踏破する機構の探求と実証実験からなる一連の研究を行ってきた。提案手法は、使用者の姿勢変換に伴う重心移動を活用した段差昇降機構により、使用者単独で階段昇降を実現するものである。車椅子を手動で段差昇降する機構、最小限の駆動により段差昇降する機構、立位で移動可能な機器による段差昇降機構を実現している。ここでは実機を構築するとともに、医療現場における医師や患者とともに医工融合研究を行い、脊髄損傷者による階段を昇る臨床研究を通じ、提案手法の有効性を明らかにしている。

本論文は英文で全6章からなり、一連の研究成果が纏められている。以下にその概要と評価を述べる。

第1章は序論で、本研究の位置づけと研究の背景を述べるとともに、研究目的、リサーチ・クエスション及び本研究における学術的な貢献について明らかにしている。また、用語の説明とともに、従来か

ら現在までの背景と代表的な関連研究を述べている。

第2章では、使用者の姿勢変換に伴う重心移動とレバー操作を活用した段差昇降機構を有する車椅子について述べている。ここでは、詳細な動作解析とともに提案手法の特徴と優位性を示している。

第3章では、第2章で述べた機構を応用し、最小限の駆動力による段差踏破機構を備えた車椅子について述べている。駆動力を段差踏破に有効な力として変換する機構の有効性を明らかにしている。

第4章では、立位で移動可能な機器による段差昇降機構を実現する機構について提案している。同様に使用者の姿勢変換に伴い重心が変化することを巧みに活用することで段差昇降が可能である理論的な考察を行い、実機を構築することでその実現可能性を明らかにしている。

第5章、第6章では、全体としての考察と評価を行い、研究成果のまとめと将来展望を述べている。

審査の要旨

【批評】

本論文は、人の動作の本質的な特徴である姿勢変換に伴う重心移動に着目し、これに基づく人と機械の一体化の例である車椅子及びパーソナルモビリティの段差踏破を実現するため、人と機械の間のエネルギーフローとしてモデル化することにより駆動力を最大限に活用するための方法論を明らかにしている。これらは、新しいモビリティ機器による移動範囲の拡大に資する大きな可能性を見出すものであり、人の有する機能特性を効果的に活用する新たな手法について述べたものである。提案手法は、運動学及び生体力学に基づく詳細な解析結果に基づき、実機を構築することでその実現可能性を示すものである。本質的な特性の理解を深化させるためには、さらなる対象者による検証が必要であるが、実環境における詳細な検証の下、介入研究によりその有用性を明らかにしてきた点は評価できる。特に脊髄損傷患者での臨床研究においては、自身のレバー操作により段差を踏破することが可能であることを明らかにし、提案手法の有用性を明らかにした。また、立位で移動する機器においても段差踏破可能性を示すことは極めて独創的であり、これまで座位で生活し、一般環境下で移動困難を抱える多くの人々の抱える社会問題の解決に資する等社会的意義も大きいと考える。またこれらは、人間情報学・ロボット工学における学術的な意義も高く評価できるとともに、生活環境において応用可能であるためその臨床的意義も高いといえる。このように、本研究は人をエンパワーする技術の進歩に寄与するものであり、サイバニクス及び医工融合学の分野における応用が大きく期待出来る。

一連の成果を通じて、人と機械の一体化の観点から残存機能を活用するための新たな方法論を提案し、これを生活を支えるモビリティを革新的に進歩させる新たな分野を拓くものとして、その学術性を高く評価できる。これらの成果は、人間情報学、及びエンパワーメント情報学の発展に資すること大であるため、本論文は博士(人間情報学)の学位論文として相応しいものであると認める。

【最終試験の結果】

令和2年2月7日、専門委員会において、学位論文審査委員の全員出席のもと、著者に論文について説明を求め、関連事項につき質疑応答を行った。その結果、学位論文審査委員全員によって、合格と判定された。

【結論】

上記の学位論文審査ならびに最終試験の結果に基づき、著者は博士(人間情報学)の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。