



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	A Study on the Development of an Electrically Assisted Smart Walker [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	森, 雄斗
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(情報科学)
Dissertation Number	甲第16504号
Issue Date	2025-03-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/95021
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Type	doctoral thesis
File Information	Yuto_Mori_review.pdf, 審査の要旨



学位論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称 博士 (情報科学)

氏名 森 雄斗

審査担当者 主 査 教 授 川村 秀憲

副 査 教 授 野田 五十樹

副 査 教 授 山本 雅人

副 査 特任教授 小野 哲雄

副 査 准教授 山下 倫央

学位論文題名

A Study on the Development of an Electrically Assisted Smart Walker

(電動アシストを有するスマート歩行器の開発に関する研究)

日本における高齢化は年々進行しており、従来型の医療や介護制度では対処が困難な諸問題が浮き彫りになっている。近年では、日常生活の質の向上が重要視され、健康への関心が高まっている。歩行は日常生活における基本的な移動手段であると同時に、一部の疾病の予防にも効果的であり、健康に関する多くの利点が明らかになっている。歩行機能の低下は日常生活における活動量の減少を招き、それに伴う運動不足や筋力低下などを引き起こす。このような状況に対する予防や健康状態の回復を図るために、補助具に体重の一部を預けてバランスを取るなどの軽度な支援があれば歩行が可能となる被介護者への歩行支援は、重要な役割を持つ。

本論文では、軽度な歩行支援が必要な被介護者を対象とし、重度化の予防や健康状態の維持のための支援を目的としている。著者は研究項目として、共有スペースや居室を有する有料老人ホームなどの介護施設における歩行器を使用した移動時に関する3つの課題を提示し、解決するためのスマート歩行器の開発をおこなった。歩行器を利用するためには、共同利用されている歩行器を利用者のいる場所まで移動させる必要がある。そのため、介護者などに自分のいる場所まで歩行器の運搬を依頼する必要がある。歩行器利用に対する被介護者の自立性が低下する。この課題を解決するために、著者はステレオカメラを用いた自律走行機能を持つスマート歩行器のシステムを提案している。直進ルートと周回ルートを使用した自律走行の実験により、人がすれ違うだけの十分な通路幅を持つ環境における目的地への到達が可能であることを示している。歩行器の重量増加による推進力不足については、安全な歩行が可能な速度に追従するような速度型PID制御をベースとした動的な推進力補助機能を提案している。前腕支持型歩行器におけるモータによる推進力補助が歩行負荷の軽減に寄与していることを被験者の主観評価で示している。また、推進力補助によって下肢の筋活動量が変化していたことから、歩行時の筋の使用に影響を与えていることを示している。著者は歩行器使用時に発生する衝突を防止するために、ステレオカメラを用いた深度画像と歩行器の速度に応じた障害物停止および回避を実現する機能の開発をおこなった。介護施設内の壁面に対する衝突シナリオの実験によって衝突防止機能の有効性を示している。

本学位論文は6章で構成されている。第1章では、高齢化に関する課題や歩行支援の重要性を述べ、本学位論文の研究目的を示している。第2章では、歩行支援の必要性や歩行補助具の特徴を述べ、歩行器を対象に扱うことの根拠を示している。さらに歩行器利用時の課題とその解決に取り組んだ

従来のスマート歩行器の開発に関する研究をまとめている。第3章では、想定とする環境における歩行器が解決すべき課題と機器の要件を示し、スマート歩行器のシステムを開発している。自律走行機能は汎用性の高い ROS ベースで設計されており、想定とする介護施設内の目的位置までの移動の有効性を示している。第4章では、想定とする環境における歩行器とその利用者の理想的なインタラクションを検討し、スマート歩行器に搭載する推進力補助のための支援機能を開発している。著者は安全に歩行できる速度への追従性に着目した動的な推進力補助機能を提案している。歩行器に搭載したモータから歩行時に必要な推進力を得ることで歩行負荷の軽減につながることを被験者の主観評価で示し、歩行時に活発化する5箇所の筋活動量の変化から歩行時の筋の使い方に影響を与えていることを示している。提案した動的な推進力補助機能は、重りを使用し、人が歩行器に一定の力を加えた状態を再現した環境で検証をおこない、目標速度への追従性を確認している。また、被験者実験を通じて、提案した推進力補助機能が歩行器使用時の歩行動作を妨げないことを確認している。第5章では、介護施設内の歩行器利用において、衝突防止への対策が必要であることを示し、一つの解決策として衝突防止機能を開発している。衝突防止機能は、前方方向の深度画像と歩行器の速度情報を用いた回避行動の選択と制御強度を動的に調整することで、前方の障害物に対する停止および回避を可能にしている。壁面とベッドなどの高さが低い障害物を対象とし、障害物に対して正面および斜め45度からの接近に対する歩行器の回避軌跡と歩行器の速度変化から、想定とする障害物に対する衝突防止機能の有効性を示している。第6章では、本学位論文の結論を述べている。

これを要するに、著者は歩行器利用時の課題を解決する手法として、自律走行機能、推進力補助機能および衝突防止機能を搭載したスマート歩行器の開発と各機能における想定シナリオに対する有効性の検証をおこなった。これらの研究成果は情報工学を応用した歩行支援に関する研究に貢献するところ大なるものがある。よって著者は、北海道大学博士(情報科学)の学位を授与される資格あるものと認める。