

論文審査の要旨および学識確認結果

報告番号	甲 第 号	氏 名	Yang, Chuan
論文審査担当者：	主査	慶應義塾大学教授	博士（工学） 村上 俊之
	副査	慶應義塾大学教授	工学博士 大西 公平
		慶應義塾大学教授	博士（工学） 滑川 徹
		慶應義塾大学准教授	博士（工学） 荻原 直道
<p>(論文審査の要旨)</p> <p>学士（工学）、修士（工学）楊川（Yang, Chuan）君提出の学位請求論文は「Conceptual Design and Control of Walking and Transportation Assist Devices Considering Human Motion（人の動作を考慮した歩行・移動補助器の概念設計と制御）」と題し、7章から構成されている。</p> <p>近年、少子高齢化に伴う介護者不足と高齢者人口の増加により、高齢者に対して長期的な自立生活の支援が必要となっている。また、平均寿命の伸び率に対して健康寿命の伸び率が低いことから、健康維持向上のための社会基盤の整備、また適切な生活補助器の開発が切に望まれている。こうした社会的な背景から、本論文では歩行・移動支援のための統一的な概念に基づいた機器開発とその制御アルゴリズムの提案を行っている。特に、歩行動作そのものを支援する機器と移動を支援する機器に分類した提案を行い、歩行・移動補助器として段階的な提案とその制御アルゴリズムの構築法を示している。</p> <p>第1章では、本論文の背景と目的について述べている。</p> <p>第2章では、IMU（Inertial Measurement Unit）センサを用いた人の運動状態計測のための基本アルゴリズムを纏めている。</p> <p>第3章では、制御系の基本構成要素となる3つのオブザーバ、DOB（Disturbance Observer）、RTOB（Reaction Torque Observer）、SCOB（Synthesized Camber Angle Disturbance Observer）の構成を示している。本論文で提案している歩行・移動補助器の制御ではこれらのオブザーバのうち目的に合致したものを選択することで、ロバストで高性能な制御系を実現している。</p> <p>第4章では、本論文において第1の提案となっている2脚型歩行動作補助器の構成とその制御器設計法を示している。提案システムの特徴とする点は、歩行者の歩行状態応答に応じて、転倒防止と歩行安定性評価を同時に行える機構設計、制御手法を示したことにある。また、提案システムの有効性は2リンク2脚型歩行動作補助器による実機検証によって確認されている。</p> <p>第5章では、本論文において第2の提案となっているマニピュレータ搭載型の歩行動作補助カート概念設計と制御設計法を示している。本補助器の特徴としては、爪先に設置されたIMUセンサによる歩行動作の検出と歩行動作応答に基づいたカートの安定化追従制御にある。提案システムの有効性はマニピュレータ搭載型2輪駆動移動ロボットによる実機実験により検証されている。</p> <p>第6章では、本論文における第3の提案となっている前後輪ステアリング型の移動補助器の機構・制御の提案を行っている。特に、ステアリングの操作モードに関して3つの分類を行い、静止状態および走行状態において各モードの切り替えを行うことで、速度に依存しない2輪車の大域的な安定化制御を実現している。また、搭乗者の動作状態応答を用いた簡易型移動補助器の実応用の可能性について、実機実験による検証を行っている。</p> <p>第7章では、各章を総括し、本論文の結論を述べている。</p> <p>以上要するに、本論文の著者は、人の動作状態応答を用いた歩行・移動補助器を実現するため、IMUセンサに基づいた人の歩行動作の検出およびその評価、また多自由度補助器システムの動作モードを考慮した制御器の基本構成法を提案し、統一概念に基づいた歩行・移動補助器の設計・制御について、実機実験によりその有効性を実証した。これらの研究は、歩行・移動補助器の安全性に配慮した産業応用分野において、工学上、工業上寄与するところが少なくない。</p> <p>よって、本論文の著者は博士（工学）の学位を受ける資格があるものと認める。</p>			
学識確認結果	<p>学位請求論文を中心にして関連学術について上記審査会委員および総合デザイン工学特別研究第2（システム統合工学専修）科目担当で試問を行い、当該学術に関し広く深い学識を有することを確認した。</p> <p>また、語学（英語）についても十分な学力を有することを確認した。</p>		