

博士論文審査結果の要旨

博士論文審査委員会

主 査 山本 紳一郎

審査委員 米田 隆志

審査委員 伊藤 和寿

審査委員 花房 昭彦

審査委員 大西 謙吾

氏 名	Mohd Azuwan Mat Dzahir
論文題目	Design and Evaluation of AIRGAIT Exoskeleton's Leg Orthosis: Development of a Control Scheme and Strategy for a Noble Control of Antagonistic Mono- and Bi-Articular Actuators
〔論文審査の要旨〕 2014年8月2日(土)16時から大宮キャンパス6号館ゼミ室にて最終審査会を公聴会として実施した。審査委員の他、本研究室学生の多数の参加者のもと実施された。発表と質疑応答を合わせて約2時間の審査会であった。 本論文の目的は、脊髄損傷者や脳卒中片麻痺者などの運動機能障害者に対する免荷式歩行訓練システムの開発プロジェクトにおける新たな下肢装具部の設計開発とその制御システムの構築することであった。これまで独自に開発を進めてきた空気圧人工筋をアクチュエータとし、単関節筋と二関節筋を組み合わせたヒトと同じ筋配置とすることで、多種多様な障がいから生ずる麻痺に対応することができる新規性の高い下肢装具の開発である。空気圧人工筋の機械的特性をもとにした位置フィードバック制御システムを構築し、これまでと比べて格段に歩行速度を増大させ、かつ位置制御の精度をあげることができた。また、健常者を被検者として、下肢歩行運動におけるアシスト機能の評価実験を行うことができた。 予備審査時にはいくつか審査委員から指摘を受けた点があったが、最終審査では、全体のプレゼンテーションとともに、予備審査時の指摘点に対する追加修正点の説明がなされた。質疑応答では、審査委員から主に追加修正点を中心に質問があった。丁寧に積み上げられたアプローチでレビューもよくまとめられた優秀な論文であるとの評価を受けた。 なお、申請者は、国際学会誌筆頭著者3編、共著1編があり、国際学会プロシーディングス6編(筆頭著者5編、共著1編)、国内学会発表1編(共著1編)があり、課程博士号取得に十分な業績であることが審査会でも承認された。 以上の最終審査の結果、Mohd Azuwan 君の博士論文を合格とした。	

論 文 要 旨

Thesis Abstract

2014年 07月 02日

※報告番号	甲 第 162 号	氏 名 (Name)	Mohd Azuwan Bin Mat Dzahir
主論文題名 (Title)			
Design and Evaluation of AIRGAIT Exoskeleton's Leg Orthosis: Development of a Control Scheme and Strategy for a Noble Control of Antagonistic Mono- and Bi-articular Actuators			
内容の要旨 (Abstract)			
<p>This research thesis introduces the development of body weight support gait training system known as the AIRGAIT exoskeleton and delves into the design and evaluation of its leg orthosis control paradigm. The implementation of the antagonistic mono- and bi-articular actuators using pneumatic muscle actuator (PMA) as the actuation system were initiated to generate more power and precisely control the leg orthosis. This research proposes a simple paradigm for controlling the antagonistic mono- and bi-articular actuators movements co-contractively by introducing a co-contraction model. Three tests were performed. The first test involved control of the orthosis with mono-articular actuators alone without a subject (WO/S); the second involved control of the orthosis with mono- and bi-articular actuators tested WO/S; and the third test involved control of the orthosis with mono- and bi-articular actuators tested with a subject (W/S). It comprises of five comparisons for evaluating the performance of the design controller scheme. The first assessment involved comparison between simulated co-contraction model control scheme, and derived co-contraction model control scheme test WO/S; the second assessment involved comparison between the mono-articular actuators acting on their own (i.e., hip and knee joints), and with the addition of bi-articular actuators; the third assessment involved comparison between the position (P) controller based on co-contraction model control scheme, and the position-pressure (PP) controllers based on co-contraction model control scheme; the fourth assessment involved comparison between the control of the leg orthosis WO/S and control of the leg orthosis W/S; and the fifth assessment involved comparison between the conventional PID based control schemes, and co-contraction model based control schemes tested WO/S. Full body weight support (BWS) was implemented in this study during the test W/S as the load supported by the orthosis was at its maximum capacity. This assessment will optimize the control system strategy so that the system operates to its full capacity. The evaluation was based on the gait cycle (GC), trajectory of the hip and knee joints, maximum angle extension of the joints, foot trajectory, effective work, inertia, gravitational effect, and time shift. The results revealed</p>			

that the proposed co-contraction model control scheme and strategy were able to co-contractively actuate the mono- and bi-articular actuators simultaneously as well as increase stiffness and stability at both hip and knee joints.

Keywords: AIRGAIT exoskeleton, antagonistic mono- and bi-articular actuators, pneumatic muscle actuator (PMA), and co-contraction model.

※official use only