

学位論文の審査結果の要旨

氏名	李 毅 (Li Yi)
論文題目 (申請時) 外国語の場合は、その和訳を併記する。	PVC gel based artificial muscle development and its application on walking assist wear (PVC ゲル人工筋肉の開発と歩行アシストウェアへの応用)

講座名：感性生産システム工学講座

高齢化が一層進む中で、衣服のように着ることのできるアシストウェアへの関心が高まっている。しかし、モータなどの従来型アクチュエータでは、重量や形状などの点から衣服感覚で装着できるアシストウェアの実現は極めて難しく、生体筋肉のように軽量で柔軟な動きをするアクチュエータの開発が重要な課題と考えられてきた。本学位論文では、PVC（ポリ塩化ビニル）ゲルの電場応答性を利用して人工筋肉を開発し、それを用いて軽量な歩行アシストウェアを試作したものである。その過程で、アシストウェアに適した人工筋肉の構成法を考案している。また、アシストウェアの構造と制御装置を試作して、それらを統合して歩行アシストウェアを実現している。さらに、アシストウェアの有用性を、歩行実験において、歩行速度、歩幅、筋活動量の視点から検証している。

論文の構成は以下の通りである。

第1章では、研究の背景と目的を述べ、研究の新規性などの概略を説明している。

第2章では、PVCゲルの電場応答性について述べたうえで、積層型PVCゲル人工筋肉の動作原理、構成法、特性について述べている。特性としては、変位、発生力、応答性、電流などの測定法とその結果について述べている。さらに、アシストウェアに応用するための人工筋肉の新しい構成法を提案している。また、特性のモデル化についても述べている。

第3章では、PVCゲル人工筋肉を歩行アシストウェアに応用するためのシステム構成の提案を行っている。

第4章では、アシストウェアとして必要なPVCゲル人工筋肉の仕様を示し、その仕様を実現する人工筋肉の設計と試作について述べている。また、歩行アシストのための制御装置および足底圧センサシステムの設計と試作について述べている。

第5章では、開発したアシストウェアの特性を評価して、設計仕様がほぼ実現されていることを確認している。

第6章では、片麻痺患者を対象とした有用性検証実験を行い、PVCゲル人工筋肉を用いたアシストウェアにより歩行速度と歩幅の改善が認められたことが述べられている。また、歩行時の筋電位も減少していることが示され、アシスト効果が認められたことが述べられている。

第7章では、全体の総括と結論を述べている。

本学位論文は、歩行アシストウェアのためのPVCゲルアクチュエータの新しい構成法を考案し、実際に製作して、有用性を検証している。また、本学位論文は、査読付き原著論文3編をベースとしており、生命機能・ファイバー工学専攻感性生産システム工学講座

における「学位審査基準」を満たしていることを確認した。よって、本学位論文は博士（工学）の学位に十分値するものであり、審査の結果は「合格」と判断した。

公表主要論文名

1. Yi Li, Minoru Hashimoto, “PVC gel based artificial muscles: Characterizations and actuation modular constructions”, *Sensors and Actuators A-Physical*, Vol 233, No. 1, pp.246-258, 2015.
2. Yi Li, Yasuhiro Maeda, Minoru Hashimoto, “Lightweight, Soft Variable Stiffness Gel Spats for Walking Assistance”, *International Journal of Advanced Robotic Systems*, Vol 12, No. 175 pp. 1-11, DOI: 10.5772/61815, 2015.
3. Yi Li, Minoru Hashimoto, “Design and prototyping of a novel lightweight walking assist wear using PVC gel soft actuators”, *Sensors and Actuators A-Physical*, DOI: 10.1016/j.sna.2016.01.017, 2016. (9 Jan 2016 Accepted, in press)
4. Yi Li, Minoru Hashimoto, “A Proposal of a Light-weight Walking Assist Wear using PVC Gel Artificial Muscles”, *The 2015 IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA 2015)*, Seattle, USA, pp.2920-2925, 2015.