

平成 27年 5月 27日

豊橋技術科学大学長 殿

学位審査委員会
委員長 章 忠

論文審査及び最終試験の結果報告

このことについて、学位審査会を実施し、下記の結果を得ましたので報告いたします。

学位申請者	山下 貴仁		学籍番号	第 061208 号
申請学位	博士（工学）	専攻名	大学院工学研究科博士後期課程 機械工学 専攻	
博士学位論文名	多自由度ロボットアームの制振制御と安全搬送技術に関する研究 (Study on Vibration Control and Safety Transfer in Multiple Joints Robot Arm)			
論文審査の期間	平成27年 1月22日 ~ 平成27年 5月25日			
公開審査会の日	平成27年 5月25日	最終試験の実施日	平成27年 5月25日	
論文審査の結果※	合格		最終試験の結果※	合格
審査委員会(学位規程第6条)				
学位申請者にかかる博士學位論文について、論文審査、公開審査会及び最終試験を行い、別紙論文内容の要旨及び審査結果の要旨のとおり確認したので、学位審査委員会に報告します。				
委員長	河村 庄造			
委員	内山 直樹		寺嶋 一彦	
		印		印
		印		印

※論文審査の結果及び最終試験の結果は「合格」又は「不合格」の評語で記入すること。

論文内容の要旨

ロボットの活躍の場は工場内など産業分野に限らず、家庭や福祉介護など生活支援分野にも急速に広がっている。特に、多関節ロボットアームは高い自由度を有し、1台で多様な作業を担うことが可能である。ヒトに代わる作業の担い手として、さらに普及することが期待されている。ロボットが担う作業の中で重要な作業が搬送である。生産の現場では、製品の生産性と品質を向上させるため、振動を抑制し素早く運ぶことが求められている。インテリジェントな分野では、ロボットがヒトと同じ空間で活動することが多く、ヒトとロボットが接触する環境のもとでも搬送を行なえる技術が求められている。本論文は、半導体ウェハと液体コンテナを運ぶ2種類のプロセスに対して、多関節ロボットアームを用いた振動制御技術と、今後、人間共生や生体内で利用するマイクロロボットのアクチュエータとして有望と考えられる超音波モータの基礎解析とそのモータを用いたロボットアームの安全搬送制御技術についての研究成果をまとめたものである。第1章では、研究背景、従来研究、本論文の研究目的について述べている。第2章では、半導体ウェハ搬送用ロボットを対象とし、Preshaping制御を応用した振動抑制と軌道制御を両立する手法を述べている。第3章では、多自由度ロボットアームによる液体コンテナの制振搬送について述べている。第4章では、生体等のマイクロ分野で用いるロボットアクチュエータとして有望な超音波モータについて、高速度顕微鏡を用いた駆動メカニズムの解析とそれを利用したロボットアームの試作について述べている。第5章では、開発したロボットアームを用いて、接触時にヒトの怪我を防ぐ制御手法や安全設計の提案について述べている。第6章では、結言と今後の展望について述べている。

審査結果の要旨

本論文は、半導体ウェハと液体を運ぶ2種類のプロセスに対して、ロボットアームを用いた高速搬送での振動制御と位置決め制御技術の提案、及び、今後、人間共生型のマイクロロボットのアクチュエータとして有望と考えられる超音波モータの駆動メカニズム解析や卓越した特性についての基礎解析とそのモータ特性を活かしたロボットの安全搬送制御技術についての提案を行い、それらの研究成果をまとめたものである。本論文の主要成果及び新規性は、①半導体ウェハ搬送ロボットに対し、振動制御と軌道追従制御の両方を高精度に達成するために、Tip Preshaping制御を提案し、そのアルゴリズムを導出したこと、②超音波モータの動作メカニズムに関して、高速度顕微鏡を用いた可視化による駆動メカニズム解析と超音波モータの応答限界や種々特性の定量的解明を行ったこと、③超音波モータを用いた多自由度ロボットアームの試作とそれを用いたバックドライバビリティの制御、インピーダンス制御による衝突時に関する安全搬送制御の考察と提案を行ったことである。本論文で提案された、ロボットアームの駆動軸ではなく先端軌道にPreshaping制御を適用し、振動抑制と高精度軌道追従を両立させる手法は、様々なロボットに応用可能な手法であり、生産現場における生産性、品質の向上に貢献できるものといえる。また、高速度顕微鏡を用いて超音波モータの駆動原理である楕円運動と応答性限界の解明をし、定量的に超音波モータの駆動メカニズムを明らかにした点は、学術的に新規性があり、またモータを精度良く制御するために実用的な成果である。超音波モータは、今後、生体内で使うマイクロモータの有力な手法として期待され、本論文はそれに対して貴重な知見を与えた学術的貢献は大きい。

なお、本研究の成果は、学術論文2編、査読付国際会議論文2編として掲載され、学会賞も3件受賞しており、学術的にも、産業的にも高い評価を受けている。以上より、本論文は、博士(工学)の学位論文に相当するものと判定した。

(各要旨は1ページ以上可)