

平成29年 8月28日

豊橋技術科学大学長 殿




機械工学専攻
学位審査委員会
委員長

飯田 明由



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	KENNETH RENNY SIMBA		学籍番号	第125120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	Smooth Trajectory Generation and Control for Precision Motion of Industrial Mechatronic Systems (産業メカトロニクスシステムの精密動作のための滑らかな軌道生成と制御)			
論文審査の 期間	平成 29年 7月27日 ~ 平成 29年 8月28日			
公開審査会 の日	平成29年 8月 1日	最終試験の 実施日	平成29年 8月 1日	
論文審査の 結果※	合格		最終試験の 結果※	合格
<p>審査委員会(学位規程第6条)</p> <p>学位申請者にかかる博士学位論文について、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。</p> <p>委員長 柳田 秀記 </p> <p>委員 三好 孝典  内山 直樹 </p> <p style="text-align: center;">印 印</p> <p style="text-align: center;">印 印</p>				

※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

本論文は、日本の主要産業分野の一つである産業メカトロニクスシステムの一層の高性能化を目的とした動作軌道生成と高精度制御系設計に関する研究をまとめたものであり、全7章から構成されている。第1章では、本研究の背景、研究目的、構成が記されている。第2章では関連研究の内容と課題をまとめている。第3章では、産業分野で広く用いられる2輪差動型移動ロボットのための実時間での滑らかな動作軌道生成法と非線形制御法を提案している。ロボットの利用者が指定する経路点と経路の幅に基づき、追従性を考慮した滑らかな軌道を実時間で生成する方法を示し、実験により有効性を確認している。第4章では移動ロボットの動作領域が魚眼レンズなどを用いたカメラにより取得できることを仮定し、障害物を認識した後、これらを回避できる目的位置までの最短移動経路を、滑らかな軌道により実時間生成する方法を提案している。複数環境での実験検証を行い、現実的な計算時間で滑らかな障害物回避軌道が生成可能なことを示している。第5章では、多くの産業機械で利用されている送り駆動系の動作軌道生成と摩擦補償の問題を扱っている。指令された動作軌道を、許容できる輪郭誤差と加速度制約を考慮して、追従可能な滑らかな軌道に変換する手法を提案している。また、この滑らかな軌道に送り駆動系の動作が追従するために、摩擦補償を考慮した輪郭制御系を設計し、実験的に有効性を示している。さらに産業機械の送り駆動系では繰返し動作を要求される場合が多いが、第6章では、一層の高精度動作のために、摩擦補償を付加した繰返し学習に基づく輪郭制御法を提案している。機械部品の形状などに見られる滑らかでない角部を有する目標動作軌道への追従問題を扱い、追従誤差の収束条件を解析的に導出している。また、提案法の有効性を実験的に示している。第7章では、本研究で得られた成果をまとめると共に、今後の課題と展望を述べている。

審査結果の要旨

日本の産業メカトロニクスシステムは性能や耐久性の点で高く評価され、世界中で広く利用されている。開発途上国においても省力化のために導入が進められており、高い技術力を有する日本の製品に対しては一層の高性能化が期待されている。本論文では、産業メカトロニクスシステムの一層の運動性能と輪郭制御性能の向上を目的とし、滑らかな動作軌道生成と制御法の提案を行なっている。産業界において極めて多くの応用を有する2輪差動型移動ロボットと送り駆動系を対象として、微分可能性など複数の指標を考慮した動作軌道生成法と制御法を理論的に提案し、学術的な新規性を有する。また、いずれの提案法においても実験的に有効性を示しており、工学的にも評価できる。本論文の主要な成果は以下のようにまとめられる。(1) 移動ロボットの動作軌道が操作者により任意に指定されることを仮定し、軌道の2階微分可能性、局所的な可制御性、始点における導関数値の設定可能性を提供する5次ベジエ曲線に基づく生成法を提案した。また、実験によりロボットの速度/加速度の変動低減を示した。(2) 視覚センサを用いた移動ロボットの動作環境認識法を示すと共に、可視グラフと前述の5次ベジエ曲線を用いて実用的な時間で滑らかな障害物回避移動経路を生成する方法を提案した。また、複数環境を対象とした軌道生成実験において、移動可能軌道の存否の判定と高速な生成を可能とした。(3) 前述の5次ベジエ曲線を用いて、産業機械送り駆動系の許容輪郭誤差と加速度の範囲で、目標移動軌道を滑らかにするという概念と手法を提案した。また、送りねじの特性を考慮した摩擦補償および輪郭制御法を併用し、実験的に輪郭誤差の大きな低減に成功した。(4) 前述の輪郭制御法を繰返し学習制御系として実現する方法を提案し、輪郭誤差の収束条件を解析的に示した後、最適化問題として定式化した。また、大幅な輪郭誤差低減を実験的に確認した。広範な応用を有する2輪差動型移動ロボットと送り駆動系を対象とした新たな動作軌道生成法および高精度制御系設計法の提案と理論解析は、学術的に独創性が高く、実験的にも有効性を示しており産業分野への寄与も大きい。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)