



(様式 5)

指導教員 承認印	
-------------	-------------------------------------------------------------------------------------

平成 29 年 9 月 22 日

学位（博士）論文の和文要旨

論文提出者	工学府博士後期課程 平成 26 年度入学 学籍番号 14834206	電子情報工学 専攻 氏名 WU Yanfeng 
主指導教員 氏名	鄧 明聡	
論文題目	Operator based robust nonlinear control design for an L-shaped arm driven by linear motor (オペレータに基づくロバスト非線形制御設計とリニアモータによる L 型アームへの応用)	
論文要旨 (2000 字程度)		
<p>本論文では、オペレータ理論に基づくロバスト非線形振動制御設計と、リニアモータによる L 型アームへの応用に関する研究について述べる。多くの産業機器の操作デバイスはフレキシブルアームを使用して、モータによって駆動される。ただ操作中のアーム振動は、システムの性能を低下させる。一方、主に 2 種類の能動的振動制御方法があり、一つの方法は、モータの運動を制御して、アームの振動を低減させる。もう一つの方法として、振動を抑えるためアーム上にスマート材料をアクチュエータとして使用します。本論文では、L 型アームに圧電アクチュエータを付加し、リニアモータによってアームを駆動する。この場合は、システムが不確かさとヒステリシス非線形特性を持ち、モータ及び圧電アクチュエータを同時に制御することも困難である。このようなシステムに対する有効な制御理論のひとつにオペレータ理論がある。このような背景のもとで、本論文では、オペレータ理論に基づく二つのロバスト非線形振動制御設計を行う、モータの動き及び圧電アクチュエータの動作を同時に制御することによって、モータの高速移動とアームの振動制御を実現する。</p> <p>第 1 章「序論」では、モータで駆動されるアームの振動制御と圧電アクチュエータによる振動制御に関する研究背景及び研究の現状、オペレータ理論に基づくアーム振動制御に関する研究背景、問題点について述べる。その上で、本論文の研究動機、研究業績および</p>		

本論文の構成について述べる。

第2章「準備と問題設定」では、Euler-Bernoulliビームの振動モデル、圧電アクチュエータのヒステリシス非線形性モデル、オペレータ理論に基づいた非線形制御理論、離散ウェーブレット変換の概要について述べる。さらに、本論文の問題設定について述べる。

第3章「オペレータに基づく負荷なしのL型アームの非線形振動制御設計」では、負荷なしのL型アームの強制振動に対して、オペレータ理論に基づくロボットアーム振動制御システムの設計について述べる。

はじめに、接続された二つのEuler-Bernoulliビームを考慮して、リニアモータによってL型アームの強制振動モデルの数学モデルを提案する。次に、オペレータ理論に基づき、ロバスト右既約分解を用いて二つの制御系のコントローラを設計する。一つは、アームの振動ができるだけ低減されるように、モータの最適なモーション動作を制御する。もう一つは、アームの振動をさらに低減されるように、圧電アクチュエータの動作を制御する。圧電アクチュエータが持つヒステリシス特性をplay hysteresis operator によって定義されるPrandtl-Ishlinskiiモデルで表し、トラッキングコントローラで補償する。最後に、L型アームの振動制御のシミュレーションを行い、提案した非線形制御設計の有効性を検証する。

第4章「オペレータに基づく未知負荷を有するL型アームの非線形振動制御設計」では、未知負荷を有するL型アームの強制振動に対して、オペレータ理論とオンライン離散ウェーブレット変換(DWT)を併用したロボットアーム振動制御システムの設計について述べる。

はじめに、未知負荷のL型アーム振動モデルを導出し、そしてDWTと高速フーリエ変換(FFT)を用いて負荷推定手法を提案する。次に、圧電アクチュエータの非線形性補償を行うため、オペレータ理論に基づく新たな補償機構の提案を行う。システムは、未知負荷を持っている場合に、オンラインDWTと組み合わせて、オペレータに基づく非線形振動制御を設計する。オペレータ理論によりシステムのロバスト安定性を保証する。オンラインDWTはシステムの不確かさを抑え、オペレータに基づく非線形制御性能を改善する。最後に、シミュレーションを行い、従来法によった場合に比べ、提案した制御設計の有効性を確認する。

第5章「提案した制御設計の実機実験」では、実験装置の構成について説明し、各構造パラメータを決定した。そして、第3章で提案したオペレータに基づく非線形最適制御を用いて実機実験を行い、結果により、提案した制御系の有効性を検証する。さらに、オンラインDWTと組み合わせて、第4章で提案したオペレータに基づく非線形制御を用いて未知負荷のL型アームに対する振動実験を行い、提案した負荷推定方法と制御性能を確認する。

第6章「結論」では、本研究で得られた成果と研究の意義を述べる。そして、今後の研究についてのべる。