

(様式 11)

平成 29 年 11 月 6 日

学 位 論 文 審 査 要 旨 (課程博士)

東京農工大学大学院工学府長 殿

審査委員 主査 鄧 明聡
副査 高木 康博
副査 長坂 研
副査 田中 聡久
副査 梅林 健太



学位申請者	電子情報工学 専攻 平成 26 年度入学 学籍番号 14834206
	氏名 WU Yanfeng
申請学位	博士 (学術)
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
論文審査要旨 (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背景、理論的な制御系設計、シミュレーション、実験結果および考察でまとめたものである。</p> <p>具体的に、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い、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、モータの移動とアームの振動制御を実現した。</p> <p>第 1 章「序論」では、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た。その上で、本論文の研究動機、意義、目的および本論文の構成について述べた。</p>	

(様式 11)

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、ウェーブレット変換の概要について述べた。さらに、本論文の問題設定について述べた。

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、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し、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した。つまり、アームの振動ができるだけ低減されるように、モータの適切なモーション動作を制御し、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した。圧電アクチュエータが持つヒステリシス特性を play hysteresis operator について Prandtl-Ishlinskii モデルで表し、トラッキングコントローラで補償した。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した。

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した。また、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い、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した。ここで、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し、オンライン DWT を用い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した。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した。

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した。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した。

第 6 章「結論」では、考察を行い、本研究で得られた成果と研究の意義を述べた。

以上に基づき、本研究の成果は、審査委員全員一致で、博士 (学術) の学位を付与するに値すると判定した。