

論文内容要旨 (和文)

平成17年度入学 大学院博士後期課程

システム情報工学専攻

講座

学生番号 05522305

氏名 王 蕊



(英文の場合は、その和訳を () を付して併記すること。)

論文題目 Model Bridge Control —— A methodology of associated model-based design
(モデルブリッジ制御 —— モデル統合設計)

制御性能の向上を目指すには、制御器だけの設計で限界があり、制御対象を制御しやすく設計することが重要である。そのためには、制御の本質をよく理解できるモデルベース設計手法を利用し、統合的な設計法であるモデルブリッジ制御を提案する。

モデルブリッジ制御とは、制御対象、モデル誤差、目標入力、外乱、ノイズと個々の設計仕様の間を、それぞれのモデルで橋渡し(ブリッジ)をするモデル統合、誤差補償、多自由度ロバスト制御である。

従来のロバスト制御は、スモールゲイン定理をもとにしているので保守性が高いことや、種々の仕様を重み関数の形で一つのプラントに閉じ込め、その全体のノルムを抑えるため、仕様の間には強いトレードオフを生じる。特に、ロバスト安定性と感度間のトレードオフが強く、重み関数の調整に多大の時間を要する場合や、所望の応答が得られないことがある。これらの問題を抜本的に解決する方法として、モデルブリッジ制御を提案する。モデル誤差を補償することにより、感度と相補感度のトレードオフを緩め、モデル誤差のもとで、高いロバスト性と高い制御性能を同時に実現することを可能にしている。さらに、制御系の構成にも自由度を持たせており、仕様設定、構造把握、解析、設計、実現や、制御対象の次数、安定、不安定に応じて適する構成を選択することができる体系的設計法である。

論文構成においては、以下の通りとなる。

モデルブリッジ原理に基づき、システムの構造と設計アルゴリズムの解析による新しい安定判別法を開発し、動的ナイキストのイラスト手法を活用して証明する。

モデルブリッジ制御のパラメータリゼーションでは、状態空間上でパラメーターのチューニング法を解明し、リカッチ方程式の安定化解を用いて不安定対象の安定化が簡単に実現できる。

多入力多出力系への拡張をはかり、内部安定に非干渉化できる動的フィードバック制御則の新しい設計法を提供する。ロバストオブサーバを用いた非干渉化と対角優勢を元にした誤差補償ロバスト安定化で実現し、多入力系システムの設計を、単入力系に提案した設計法をもとに行うことができる。

モデルブリッジ制御は、システムの構造化とフリーパラメーターによる多自由度設計法であり、制御性能に影響する要素の特性解析を与え、高い制御性能を達成できる新しい制御システムの設計法を体系化する。モデルブリッジ制御の特徴としては、プロセス制御システムへ幅広く使え、応用性が高いことである。







(10pt 2,000字程度 2頁以内)

学位論文の審査及び最終試験の結果の要旨

平成20年 1月 28日

理工学研究科長 殿

課程博士論文審査委員会

主査 渡部慶二 
副査 新関久一 
副査 大久保重範 
副査 北嶋龍雄 
副査 村松鋭一 
副査 

学位論文の審査及び最終試験の結果を下記のとおり報告します。

記

1. 論文申請者

専攻名 システム情報工学 専攻
氏名 王 蕊

2. 論文題目 (外国語の場合は、その和訳を併記すること。)

..... Model Bridge Control—A Methodology of Associated Model-Based Design—
..... (モデルブリッジ制御—モデル統合設計)
.....

3. 審査年月日

論文審査 平成 20年1月23日 ~ 平成20年1月28日
論文公聴会 平成 20年1月28日
場所 7-214
最終試験 平成 20年1月28日

4. 学位論文の審査及び最終試験の結果 (「合格」・「不合格」で記入すること。)

(1) 学位論文審査 合格
(2) 最終試験 合格

5. 学位論文の審査結果の要旨 (1,200字程度)

別紙のとおり

6. 最終試験の結果の要旨

別紙のとおり

別紙

専攻名	システム情報工学	氏名	王 蕊
学位論文の審査結果の要旨			
<p>本論文は、モデルブリッジ制御というロバスト制御に関する新しい制御概念と設計法の提案を行っている。モデルブリッジ制御は、王 蕊の命名であり、電気回路のブリッジ回路と同様な構造をもつモデル統合・多自由度自由度ロバスト制御である。モデル誤差の補償、目標応答、外乱応答、雑音にそれぞれ順あるいは逆モデルをもとに個々に調整することができる。特に、従来は、モデル誤差に対しては従来そのゲイン情報を拘束条件に、ロバスト安定と制御性能のトレードオフのバランスをとる受身の設計をおこなってきた。これに対し、モデルブリッジ制御では、誤差のゲインと位相情報をつかい補償するので、トレードオフを緩和し、ロバスト安定でかつ制御性能の良い制御が実現可能になった。論文の構成は下記の通りである。</p> <p>1章 序論で、従来のスモールゲイン定理によるロバスト制御の問題と、それを超える新しいロバスト制御—モデルブリッジ制御を提案することを述べている。</p> <p>2章 モデルブリッジ制御の基礎を述べている。モデルブリッジ原理、モデルブリッジ制御の構成、モデル誤差の新しい取り扱いについて述べている。さらに、モデルブリッジ制御の全体の流れと期待される応用についても言及している。</p> <p>3章 1入力1出力系に対するモデルブリッジ制御の解析と設計を与えている。目標入力の制御とロバスト安定性を強化するモデル誤差補償の2自由度モデルブリッジ制御を提案している。特に、モデル誤差のゲインと位相情報を測定し誤差を補償する新しい方法を提案している。また、それに関する新しいロバスト安定条件も導きだしている。上記に外乱補償器を付け加えた3自由度モデルブリッジ制御を提案している。不安定対象への拡張も可能にしている。</p> <p>4章 モデルブリッジ制御パラメトリゼーションに関する章であり、モデルブリッジ制御の状態空間表現を与えている。</p> <p>5章 上記の結果を多入力多出力系へ拡張している。多入力多出力系に拡張するため、新たにロバスト非干渉化、ロバストオブザーバを提案している。さらに対角優勢に基づく新しい多入力多出力系のロバスト安定条件を導きだしている。</p> <p>6章 上記以外の多自由度モデルブリッジ制御の比較検討結果を示している。</p> <p>7章 結論</p> <p>本論文の内容の一部を、学会論文3編、査読付国際会議5編に発表している。</p> <p>本論文は、従来のスモールゲイン定理をもとにするロバスト制御を超える制御特性を実現できる新しいロバスト制御—モデルブリッジ制御を提案しており、学術的な新規性、実際の制御への有用性が極めて高く、博士論文として「合格」と判定した。</p>			
最終試験の結果の要旨			
<p>博士論文に関連ある専門分野の知識については論文内容に対する質疑応答で、外国語科目については英語で記述した学位論文と国際会議での発表論文への質疑応答で学力確認を行った。その結果、博士として十分な専門知識、外国語能力があると判断し、「合格」と判定した。</p>			