

機関番号：33924

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2009～2010

課題番号：21760339

研究課題名（和文） 新たな安定解析ツールによるロバスト制御系解析・設計および非線形制御系解析

研究課題名（英文） Analysis and design of robust control systems and analysis of nonlinear control systems by using a new stability analysis tool

研究代表者

松田 忠典（MATSUDA TADASUKE）

豊田工業大学・大学院工学研究科・PD研究員

研究者番号：90508376

研究成果の概要（和文）：本研究の成果は、大きく分けて二つある。一つが、構造化特異値の計算法に関する成果、もう一つがロバスト安定な行列システム設計に関する成果である。2009年度は、これらの研究成果を大阪市で行われた国内学会「第38回制御理論シンポジウム」と米国で行われた国際会議「The Twelfth IASTED International Conference on Intelligent Systems and Control」で発表した。2010年度は、台湾・台北市で行われた国際会議「SICE2010 Annual Conference」、台湾・台中市の国立中興大学で行われたワークショップ「Workshop on Recent Advances in Control and Robotics」、そして大阪市で行われた国内学会「第39回制御理論シンポジウム」で成果発表を行った。さらに、構造化特異値の計算法に関する成果についての査読付き学术论文が2010年12月に「システム制御情報学会論文誌」に掲載された。

研究成果の概要（英文）：There are two main results of this study. One is about a computational method of structured singular values. The other is about design of robustly stable system matrices. These results have been presented at the 38th Symposium on Control Theory held in Osaka, and at the Twelfth IASTED International Conference on Intelligent Systems and Control held in the United States in 2009. In 2010, these results have been presented at SICE2010 Annual Conference held in Taipei, Taiwan, at Workshop on Recent Advances in Control and Robotics held in Taichung, Taiwan, and at the 39th Symposium on Control Theory held in Osaka. Reviewed paper on computational method of structured singular value has been accepted and published in Transactions of the Institute of Systems, Control and Information Engineers in December 2010.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	1,100,000	330,000	1,430,000
2010年度	1,000,000	300,000	1,300,000
年度			
年度			
年度			
総計	2,100,000	630,000	2,730,000

研究分野：工学

科研費の分科・細目：電気電子工学・制御工学

キーワード：制御理論・ロバスト制御理論

1. 研究開始当初の背景

(1) 構造化特異値の計算法の確立

安定性は、制御システムが所望の動作をするための基本的な性質である。制御システムのモデル化誤差や経年変化などにより、実際の制御システムとその数学モデルとの間に誤差が存在することがしばしばある。よって、不確かさを含む数学モデルを用いて安定解析・設計を行うことが要求されている。このような安定性をロバスト安定性という。

構造化特異値は構造的な不確かさを含むシステムのロバスト安定解析の際に有効である。しかしながら、この構造化特異値の真値を計算することは難しく、これまではその上界あるいは下界のみを計算する手法のみが提案されてきた。一方、研究代表者らは多項式システムの新たなロバスト安定性解析ツールとして、Stability Feeler を提案している。このツールは、特性多項式係数空間において直線で表されるようなシステムが安定であるための不確かなパラメータの範囲を求めるためのツールである。研究代表者らは Stability Feeler を用いて構造化特異値を計算するための一手法を提案した。しかしながら、Stability Feeler を用いた計算方法は他にも考えられ、計算時間などの観点で最適な手法を探すことが求められる。

(2) ロバスト安定な行列システムの設計

1. (1)で述べたように、研究代表者らが提案している新たなロバスト安定解析ツール Stability Feeler は、特性多項式係数空間において直線で表されるようなシステムが安定であるための範囲を求めるためのツールである。このツールにより、不確かさを含む特性多項式のロバスト安定解析・設計が可能となるが、システム行列に対しても同様のロバスト安定解析・設計を行うことが要求されている。

2. 研究の目的

(1) 構造化特異値の計算法の確立

すでに研究代表者が提案した構造化特異値の計算法とは異なる手法を試し、計算時間などの比較を行う。

(2) ロバスト安定な行列システムの設計

制御システムの特性が特性多項式で表現されているものだけでなく、システム行列で表現されるものに対しても安定となるような不確かなパラメータの範囲を導出する手法を提案する。

3. 研究の方法

(1) 構造化特異値の計算法の確立

Stability Feeler を用いて構造化特異値を計算する際には、安定性を判定するシステムの不確かなパラメータの範囲を分割する必要がある。以前、研究代表者はひとつの分割方法を試し、結果を得た。しかしながら、分割方法はこれ以外にも考えられる。そこで、本研究では新たな分割方法を考えた。さらに、その新たな手法によって構造化特異値を計算するためのプログラムを数値解析ソフトウェア MATLAB 上で作成し、新たな手法と以前の手法を計算時間の観点から比較を行った。

(2) ロバスト安定な行列システムの設計

Stability Feeler は特性多項式のためのロバスト安定解析ツールであったが、これをシステム行列に対しても適用できるかどうか検討した。さらに、検討した手法をプログラム化したものを MATLAB 上で作成し、数値実験を行った。

4. 研究成果

(1) 構造化特異値の計算法の確立

本研究では、構造化特異値を計算するための新たな手法を提案した。その結果、ある数値例に対しては、本提案手法による構造化特異値の計算時間が、以前に提案した手法によるものと比較して1/27倍未満に短縮された。さらに、本提案手法は連続時間システムの安定解析に使用される Hurwitz 安定性だけでなく、離散時間システムを対象とする Schur 安定性やデルタ演算子安定性などにも適用することができる。

(2) ロバスト安定な行列システムの設計

Stability Feeler を一般化し、特性多項式のみならずシステム行列が安定となるような不確かなパラメータを導出する手法を提案した。さらに、システム行列が対称である場合に、不確かなパラメータが複数個ある場合でも、それらのうち一つのパラメータの安定範囲を導出することができる手法を提案した。

以上のような成果により、制御工学におけるロバスト安定性理論の分野に寄与した。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計1件)

松田忠典・川西通裕・成清辰生: Stability Feeler による実数 μ 解析、システム制御情報学会論文誌、査読有、vol. 23, no. 12, pp. 277-287, 2010

[学会発表] (計6件)

1. 松田忠典・川西通裕・成清辰生: Stability Feeler の一般化による複数の不確かなパラメータを含む行列の安定区間の導出法、第39回制御理論シンポジウム、2010

2. T. Matsuda: Stability Feeler: A Tool for Robust Stability Analysis, Workshop on Recent Advances in Control and Robotics, 2010 (招待講演)

3. T. Matsuda, M. Kawanishi and T. Narikiyo: Complete Intervals for D-stability of Single-Parameter Polynomially-Dependent Matrices - Generalization of the Stability Feeler, SICE2010 Annual Conference, 2010

4. T. Matsuda, M. Kawanishi, T. Jennawasin and T. Narikiyo: Real μ -Analysis by Stability Feeler - Estimation of Lower Bounds and Reduction of Conservativeness, The Twelfth IASTED International Conference on Intelligent Systems and Control, 2009

5. T. Matsuda, M. Kawanishi and T. Narikiyo: Real μ -Analysis by Stability Feeler, The Twelfth IASTED International Conference on Intelligent Systems and Control, 2009

6. 松田忠典・川西通裕・成清辰生: Stability Feeler を用いた構造的実数不確かさに対するロバスト D 安定解析 - 安定性判定領域を最小化する部分領域拡張法の提案 -, 第38回制御理論シンポジウム、2009

[その他]

ホームページ等

<http://www.toyota-ti.ac.jp/Lab/Denshi/5s20/index.html>

http://www.sut.ac.jp/fac_grad/p/index.php?A25894

6. 研究組織

(1) 研究代表者

松田 忠典 (MATSUDA TADASUKE)

豊田工業大学・大学院工学研究科・PD 研究員

研究者番号: 90508376