

Title	Analysis and Synthesis on Robust Stabilization Problems for Systems with Structured Uncertainties
Author(s)	辻野, 太郎
Citation	大阪大学, 1999, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.11501/3155645
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

氏 名	辻 野 太 郎
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 1 4 2 9 4 号
学 位 授 与 年 月 日	平 成 11 年 2 月 25 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第 4 条第 2 項該当
学 位 論 文 名	Analysis and Synthesis on Robust Stabilization Problems for Systems with Structured Uncertainties (構造的な不確かさをもつシステムのロバスト安定化問題に関する解析と設計)
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 藤 井 隆 雄 (副査) 教 授 田 村 坦 之 教 授 潮 俊 光 助 教 授 小 原 敦 美

論 文 内 容 の 要 旨

本論文においては、構造的な不確かさをもつシステムについてのロバスト安定化問題に取り組む。その中でも定性的な解析問題と定量的な設計問題を扱う。

- 本論文では時不変で構造的な不確かさをもつ 2 種類の状態空間表現されたシステムについて考える。一つは係数行列の個々のパラメータがある区間で変動するシステム (Interval System) である。もう一つは係数行列全体が有界変動するシステム (ノルム有界変動をもつシステム) である。ロバスト安定化可能性については、不確かさに対して不変なリアプノフ関数を用いて定義される 2 次安定化可能性と、不確かさに対して不変な状態フィードバック制御が Interval System の全ての根を複素開左半面に存在させることを保証する安定化可能性を取り扱う。

まず前半では、Interval System について、システムの構造に着目したロバスト安定化可能性の定性的な解析を行う。線形システム理論において、可制御性は安定化可能性とともにシステム解析において最も重要な役割を果たす性質の一つである。本論文は、通常の可制御性を不確かさのあるシステムに拡張した可制御性不変という概念が、前述の意味の安定化可能性と等価な概念であることを明らかにする。

後半では、定量的な設計問題として、ノルム有界変動をもつシステムに対し、ステップ目標入力に追従するサーボ系設計問題を取り扱う。この問題においては、ロバスト安定性と目標値追従に加え、実際の設計ではしばしば、小さい行過ぎ量や短い整定時間のような良好な応答特性が要求される。これらの仕様を達成するためには、かなり正確に出力応答を指定できる設計法が必要になる。本論文では最適制御の逆問題の結果を用いることにより、非干渉化された目標値追従特性を漸近的に達成し、構造の簡単な 1 自由度で 2 次安定性を有するサーボ系を構成する実用的な設計法を提案する。

論文審査の結果の要旨

近年、制御理論の各種実システムへの応用に伴いダイナミクスの不確かさを考慮した制御系の安定化、つまりロバスト安定化問題が注目を集めている。本論文は、構造的な不確かさを持つ2種類の線形定数システムを対象に、そのロバスト安定化に関して定性的な解析と定量的な設計の二つの問題を考察したものである。具体的には、ダイナミクスが状態方程式で表現され、その係数行列の各要素または全体が有界な変動をするようなシステムを対象に、固定した状態フィードバック制御、またはリアプノフ関数によって保証される2種類のロバスト安定化可能性について、先の二つの問題を考察している。

まず前半では、係数行列の個々のパラメータがある区間で変動するいわゆる Interval System について、システムの構造に着目したロバスト安定化可能性の定性的な解析を行っている。線形システム理論において、可制御性は安定化可能性とともに制御系設計やシステムの動特性解析で最も重要な役割を果たす性質の一つである。しかし不確かさをもつシステムについては、確定系におけるような安定化可能性と可制御性の間の完全な特徴づけはこれまでなされていなかった。本論文は、Interval System に対して、通常の可制御性を不確かさのあるシステムに拡張した可制御性不変という概念が、前述の意味の安定化可能性と等価な概念であることを明らかにしている。

後半では、定量的な設計問題として係数行列全体が有界変動するシステムに対し、ステップ目標入力に追従するサーボ系の設計問題を取り扱っている。この問題では、通常サーボ系に要求されるロバスト安定性と目標値追従に加え、実際の設計問題ではしばしば良好な応答特性が要求される。これらの設計仕様を達成するには、出力応答をかなり正確に指定できる制御系設計法が必要になる。このような設計法としてすでに2自由度系が提案されているが、構造の簡単な1自由度系では、非干渉化された目標値追従特性を漸近的に達成するロバストサーボ系設計法は提案されていない。本論文では、最適制御の逆問題の結果を利用することにより、非干渉化された目標値追従特性を漸近的に達成し、しかもロバスト安定性を有する1自由度サーボ系を構成する実用的な設計法を提案している。

以上のように本論文は、構造的な不確かさを持つシステムのロバスト安定化問題に関して基本的に重要な性質を明らかにするとともに、実用的に重要な設計手法を提案したもので、ロバスト制御理論への貢献は大であり、博士(工学)の学位論文として価値のあるものと認める。