

Title	拘束条件を有する制御系の解析および設計に関する研究
Author(s)	平田, 研二
Citation	
Issue Date	1999-03
Type	Thesis or Dissertation
Text version	author
URL	http://hdl.handle.net/10119/869
Rights	
Description	Supervisor: 藤田 政之, 情報科学研究科, 博士

拘束条件を有する制御系の解析および設計に関する研究

平田 研二

北陸先端科学技術大学院大学

1999 年 2 月 15 日

論文の内容の要旨

線形ロバスト制御理論に代表される近年の制御理論の大きな発展は、複雑な制御系設計仕様を達成する補償器の設計法をつぎつぎと与えてきた。このようななか、拘束条件を有する制御系の解析およびその制御系設計問題は、通常の理論的解析や設計の枠組では取り扱いが困難であり、実用的にも理論的にも重要な未解決問題を未だに多く含んでいる。現実の制御系は、アクチュエータの性能限界による制御入力制限や制御対象の保護のために要求される内部信号の制限など、多くの拘束条件を有する‘拘束システム’である。拘束条件が制御系に及ぼす影響は極めて深刻なものであり、著しい制御性能の劣化に留まらず、制御系が不安定化されることも知られている。したがって、拘束システムに対する体系的な制御理論の構築が強く望まれている。

本論文は、拘束条件が制御系に及ぼす影響の解析および拘束条件を有する制御系の設計に関する研究をおこなったものである。まずはじめに、通常のフィードバック補償器により構成された閉ループ系を想定し、この制御系が拘束条件を破ることなく‘安全に’動作するための条件について議論する。これにより、制御系の振舞を決定する状態のある領域の内部閉じ込めることが可能であり、またこの領域に状態を制限することが、拘束システムが安全に動作するための必要十分条件であることを明らかにする。ここでえられる結果は、拘束システムの安定性解析および制御系設計における基礎となるものであり、また以後の本論文における制御系設計においても重要な役割を果たす。

制御系を構成する補償器は、安定性や制御性能など、多くの制御系設計仕様の達成を要求される。これら多くの要求に加えて、拘束条件により引き起こされる影響の抑制までを達成する単一のフィードバック補償器の設計は、理論的に極めて困難な問題である。したがって拘束システムの制御問題には、その実用面における問題の重要性にもかかわらず、いまだ有効な制御系設計法が存在しない。しかしながらこの一方、仮に拘束条件が存在しないならば、豊富な線形制御理論の結果が、数々の優れた制御系設計法を与える事実がある。拘束システムの制御問題において、線形制御理論により与えられる補償器を完全に置

き換え, まったく新たな設計法を議論する必然性はない. 逆にこれらを効率よく適用する上位の補償機構を構成することによっても, 拘束システムに対する新たな制御系設計法の可能性が見出される.

本論文ではまず, 複数の補償器を構成しこれらを切り換えながら適用するスイッチング制御則の構成法を示す. このスイッチング制御則により, 拘束システムを広い動作範囲で安定化するとともに, 制御性能の劣化を抑制することが可能となる. さらに, 外部から加えられる参照入力信号を整形し制御系への実際の入力を生成するリファレンスガバナの実現法を示す. リファレンスガバナを付加した制御系は, 拘束条件を常に達成しかつ目標値への追従を実現する. これら補償器のスイッチング機構およびリファレンスガバナは, いずれも拘束条件により引き起こされる影響の軽減を目的として, 通常のフィードバック補償器の上位に構成される付加的な機構である. したがって本論文で議論される制御系の基本的な構造は, 制御系の安定化を通常のフィードバック補償器が達成し, 拘束条件が引き起こす影響を新たな上位機構が抑制する分離構造である.

キーワード: 拘束条件, スwitching制御, リファレンスガバナ, ロバスト制御, 離散時間システム