OUKA
The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	A unified approach to control system synthesis via linear matrix inequalities
Author(s)	増淵, 泉
Citation	大阪大学, 1996, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.11501/3110098
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

氏名	増淵泉（ますぶち いずみ）
博士の専攻分野の名称	博士（工学）
学位記番号	第 12529 号
学位授与年月日	平成8年3月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 基礎工学研究科物理系専攻
学位論文名	A unified approach to control system synthesis via linear matrix inequalities （線形行列不等式を用いた制御系設計への統一的アプローチ）
論文審査委員	（主査） 教授 須田 信英 （副査） 教授 木村 英紀　教授 藤井 隆雄　助教授 小原 敦美

論文内容の要旨

線形行列不等式（LMI）と呼ばれる不等式群は，システム理論上重要な多くの性質に対する代数的判定条件を与える。その中には，安定性を初めとして，制御系の性能指標として有効なものが多く含まれる。したがって，閉ループ系に対するあるLMI条件によって設計仕様を記述し，そのLMI条件を満たす補償器を求める問題群（LMIシンセシス問題）は，制御系設計問題を定式化する上で一つの重要な枠組みとなる。

本論文では，まずこれらのLMIの多くの共通な特徴を抽出して一つのクラスを定義し，このクラスについてLMIシンセシス問題に対する統一的な解を与える。この解により，本論文のクラスに属するすべてのLMIシンセシス問題が凸最適化問題に帰着される。近年著しく高速化された計算機と，凸最適化アルゴリズムを含む数値計算ソフトウェアによって，得られた凸最適化問題は十分高速に解くことができる。

本論文で定義し，また解法を与えるLMIシンセシス問題のクラスには，連続系・離散系の両方に関するH_∞制御問題，LQ最適問題，極の存在領域の指定など，従来より扱われてきた設計問題の多くが含まれる。さらに，上記の設計条件を任意に組み合わせた複数の設計仕様に対するLMI条件が含まれる。これにより，例えばH_∞制御，H_2制御，極指定の同時実現など，設計目的の従来より多様かつ直接的な表現に基づく設計が本論文の結果により初めて可能となる。

さらに本論文では，制御対象の構造的な変動の下でのロバストパフォーマンス設計問題を扱う。上記の結果を応用して，LMIで記述される，より広いクラスの設計問題に対する解法を与える。

また，ディスクリプタ形式に基づいてより広いクラスの制御対象（例えば微分要素を含むもの）を扱うことを考える。まず，ディスクリプタシステムの性質（安定性，H_∞ノルム条件）を表すLMI条件を導出し，それらを用いて，ディスクリプタシステムに対する二次安定化問題およびH_∞制御問題の新たな解法を与える。

論文審査の結果の要旨

制御理論の産業応用への浸透に伴い新たな要請が生まれつつある。すなわち，制御対象の動特性に関する不確かさにもかかわらず制御系が望ましい性能を保持したり（ロバスト性能），多数の性能を同時に満たす（多目的制御）よ

うな補償器の設計法の開発である。

本論文は，こういった事情を背景として線形行列不等式（LMI）と呼ばれる，線形システム理論と密接に関連している不等式に着目した制御系設計法について新しい知見をまとめたものである。

まずH無限大ノルム，H 2 ノルム，極の存在領域などの代表的な制御性能を含むあるLMIのクラスの構造的特徴を明らかにしている。次にこのクラスに含まれるLMIで表される性能指標についてそれを満たす制御系を実現する補償器の特徴づけを与えている。これらの結果は，設計の自由度である補償器の変数と，性能解析の自由度ともいえる2次形式のリアプノフ関数に対応する変数との両者を巧妙な変数変換によって扱いやすい形（線形）にしたところに新規性がある。これによりこのLMIのクラスに含まれる制御性能に関して，それらを組み合わせた多目的制御系の設計が見通しよくかつ従来の結果を含んだ形で一般的に行えるようになっている。またロバスト性能の制御問題にもこの手法を用いて従来の結果を改善する統一的解法を提案している。

さらに，以上のような設計法の枠組みをディスクリプタ形式で表される制御対象について適用することを試みている。その結果，このようなシステムに対する二次安定化問題およびH無限大制御問題の新たな解法を与えている。ディスクリプタ形式は状態方程式で表現されるより広いクラスのシステムを記述する方法の一つであり，制御対象のパラメータ変動を状態方程式より忠実に表現できることから，この表現を用いた制御理論の開発は今後重要性を増してくると思われる。

以上のように，本論文は理論的貢献のみならず，より実用的な制御理論をめざしてそのひとつの方向性を与えるものとしてその貢献は大であり，博士（工学）の学位論文として価値あるものと認める。