



|              |   |
|--------------|---|
| Title        | Robust Control for Systems with Structured Uncertainties  |
| Author(s)    | 張, 俊華   |
| Citation     | 大阪大学, 1993, 博士論文  |
| Version Type |   |
| URL          | <a href="https://hdl.handle.net/11094/38246">https://hdl.handle.net/11094/38246</a>   |
| rights       |   |
| Note         | 著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、<a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">大阪大学の博士論文について</a>をご参照ください。 |

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

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

The University of Osaka

|            |   |
|------------|---|
| 氏名         | 張俊華   |
| 博士の専攻分野の名称 | 博士(工学)  |
| 学位記番号      | 第10787号   |
| 学位授与年月日    | 平成5年3月25日   |
| 学位授与の要件    | 学位規則第4条第1項該当<br>基礎工学研究科物理系専攻  |
| 学位論文名      | Robust Control for Systems with Structured Uncertainties<br>(不確かなパラメータを含むシステムのロバスト制御) |
| 論文審査委員     | (主査)教授 須田信英<br>(副査)教授 坂和愛幸 教授 井口征士 助教授 保田豊  |

### 論文内容の要旨

Kharitonovのロバスト安定性定理に関連して多くの結果が発表されている。しかし、それらはエッジ定理に代表されるように安定性解析には有用であるが、ロバストなフィードバック安定化補償器の設計には使うことはできない。不確かなパラメータを含むプラントに対し、ロバストなフィードバック制御器の存在するための判定可能な必要十分条件、そして、そのような制御器を求める手順はほとんど見かけられない。本論文はいくつかのロバスト制御問題について考えたものである。

1章では、安定性の伴うロバストトラッキング問題について考察を行った。取り扱ったプラントは次の2つのタイプの不確定システムである。1) 伝達関数行列が既知のN個の伝達関数行列  $P_1(s), P_2(s), \dots, P_N(s)$  を端点とする凸包で記述されるような不確定なシステム、2) 伝達関数行列が既知のN個の伝達関数行列  $P_1(s), P_2(s), \dots, P_N(s)$  のいずれかであるようなシステム。タイプ1) の不確定システムに対するある安定性を伴うロバストトラッキング問題をタイプ2) の不確定システムに対するロバストトラッキング問題に帰着できることを示し、解が存在するための判定可能な必要十分条件を与えた。この条件を用いることによって問題の特解および一般解を求めることができる。

2章では、不確定な離散時間システムの有限時間整定安定化問題について考察した。有限時間整定安定性はdead beat制御の拡張としてKarcaniasらによって導入された概念である。あらっぽく言えば、閉ループ系において任意のステップ入力に対して外部信号が有限時間後整定するならば、その系が有限時間整定安定だと言う。2章の第1節では、不確かなパラメータ  $q_1, q_2, \dots, q_K$  のアフィン関数を係数とする有理関数で表現される1入力1出力不確定システムを制御対象とする問題について考えた。ここで不確かなパラメータ  $q_1, q_2, \dots, q_K$  はそれぞれ与えられた区間に属するものである。このような不確定システムに対し、ロバスト有限時間整定安定化問題の解が存在するための判定可能な必要十分条件が得られている。この条件を使うことによってロバストな有限時間整定安定化補償器を求めることができる。2章の第2節では、次の方程式で記述される多変数不確定システムを取り扱った

$$\begin{aligned} [E_0 + \sum_i q_i E_i] x(t+1) &= [A_0 + \sum_i q_i A_i] x(t) + [B_0 + \sum_i q_i B_i] u(t), \\ y(t) &= [C_0 + \sum_i q_i C_i] x(t) \end{aligned}$$

ここで  $q_i$  ( $1 \leq i \leq K$ ) はそれぞれ与えられた区間内で変動する不確かなパラメータ、  $E_i, A_i, B_i$  と  $C_i$  ( $0 \leq i \leq K$ ) は既知の定数行列であり、そして、  $E_i, A_i, B_i$  と  $C_i$  ( $1 \leq i \leq K$ ) はあるランクに関する条件を満たす。このような

不確定システムを制御対象とするロバスト有限時間整定安定化問題は有限個のプラントの同時有限時間整定安定化問題に帰着できることを示した。1入力または1出力プラントに対する同時有限時間整定安定化問題の判定可能な必要十分条件、そして、多入力多出力プラントに対する十分条件はKarcanias らによって与えられている。2節ではプラントの数が2である場合同時有限時間整定安定化問題が判定可能であることに注意した。これらを通じて、不確定パラメータの数が1である（構造可制御や構造可観測性に関する仮定の持たない）プラントに対し、ロバスト有限時間整定安定化補償器の存在性の判定法、および、そのような補償器を設計する手順を与えた。

### 論文審査の結果の要旨

制御系の設計は、対象とするプラントの特性を記述する数式モデルと、制御されたプラントに期待する性能、すなわち制御仕様とを与えられて、その仕様を実現する制御器を構成することである。プラントの数式モデルには、運転状態の変動や、パラメータ測定の不完全さなどを反映して、ある程度の不確かさが含まれることが多く、その場合には一定範囲内のプラント特性に対して制御仕様の達成を保証する制御器の構成が要請される。これをロバスト制御と呼んでいる。

本論文の第1章では、制御系の安定性を確保し、かつ外部信号に定常偏差なく漸近的に追従することを制御仕様とし、プラントは連続時間システムとしてモデル化し、その伝達関数行列が、有限個の既知の伝達関数行列の凸包に属すると想定した場合を考察している。この問題が、プラントの伝達関数行列が、有限個の既知の伝達関数行列のいずれかであると想定した場合に帰着されることを示し、解が存在するための判定可能な必要十分条件を与えている。

第2章では、プラントを離散時間システムとしてモデル化し、階段状の外部信号変化に対して、有限時間で制御出力が整定することを制御仕様とする場合を考察している。前半では、離散時間伝達関数が、与えられた区間内で変動する不確かなパラメータのアフィン関数を係数とする有理関数であると想定した場合について、解が存在するための判定可能な必要十分条件を与えている。後半では、プラントが離散時間型の一般化状態方程式で記述され、その係数行列が与えられた区間内で変動する不確かなパラメータを含むと想定し、行列がある階数条件を満たす場合について、この問題が有限個のプラントの同時有限時間整定安定化問題に帰着できることを示している。そして不確かなパラメータが1個の場合に対して、仕様を達成する制御器の存在性の判定法およびその設計手順を示している。

このように本論文は、ロバスト制御に関するいくつかの新しい知見を含んでいるので、博士（工学）の学位論文として価値あるものと認める。