



|              |                                                                                                                                                 |
|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Title        | Nonlinear L2-Gain Suboptimal Control and Related Problems                                                                                       |
| Author(s)    | Baramov, Lubomir                                                                                                                                |
| Citation     | 大阪大学, 1996, 博士論文                                                                                                                                |
| Version Type |                                                                                                                                                 |
| URL          | <a href="https://hdl.handle.net/11094/39786">https://hdl.handle.net/11094/39786</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           | バラモフ ルボミール<br>Baramov Lubomir                                                                     |
| 博士の専攻分野の名称    | 博 士 (工 学)                                                                                         |
| 学 位 記 番 号     | 第 1 2 5 3 1 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<br>基礎工学研究科物理系専攻                                                                  |
| 学 位 論 文 名     | Nonlinear $L_2$ -Gain Suboptimal Control and Related Problems<br>(非線形 $L_2$ -ゲイン準最適制御と関連する問題について) |
| 論 文 審 査 委 員   | (主査)<br>教 授 木村 英紀<br>(副査)<br>教 授 須田 信英    教 授 藤井 隆雄                                               |

### 論 文 内 容 の 要 旨

本論文は動的システムの「鎖散乱表現」(Chain-scattering Representation)にもとづいて、非線形の制御対象に対する  $H^\infty$  制御理論を統一的に構築することを目指したものである。線形の  $H^\infty$  制御理論では「 $(J, J')$  - 無損失分解」とよばれる一種の因数分解が重要な役割を果たすが、本論文ではこの因数分解の概念を非線形システムに拡張し、 $H^\infty$  制御問題の新しい可解条件を導出している。この場合の鍵となったのが「状態-出力安定」(state-to-output stability)とよばれる新しい安定性の概念で、本論文の主要な貢献はこの概念の導入である。可解条件は2つのハミルトンヤコビ方程式とその間の結合条件として表現されており、従来得られたものよりも適用範囲が広く、また望ましい制御器のクラスのパラメトリゼーションが得られているのが特長である。ここで得られた方法を用いて、二重倒立振子の非線形制御系の設計を行い、詳細なシミュレーション結果によってその有効性を検証している。

本論文の後半は非線形システムの安定化制御器のパラメトリゼーションを考察し、 $H^\infty$  制御問題を解くのに用いたと同じ理論的枠組、すなわち鎖散乱表現と状態-出力安定を用いて、入出力安定化器のクラスをもとめている。このパラメトリゼーションは従来得られているものよりも具体的な形をしており、線形システムの場合と同じように制御問題をモデルマッチング問題に帰着させることが可能な点が大きな特長である。

### 論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

本論文は動的システムの「鎖散乱表現」(Chain-scattering Representation)にもとづいて、非線形の制御対象に対する  $H^\infty$  制御理論を統一的に構築することを目指したものである。線形の  $H^\infty$  制御理論では「 $(J, J')$  - 無損失分解」とよばれる一種の因数分解が重要な役割を果たすが、本論文ではこの因数分解の概念を非線形システムに拡張し、 $H^\infty$  制御問題の新しい可解条件を導出している。この場合の鍵となったのが「状態-出力安定」(state-to-output stability)とよばれる新しい安定性の概念で、本論文の主要な貢献はこの概念の導入にある。この新しい安定性の概念に基づいて、線形の場合  $(J, J')$  - 無損失分解のための有効な道具であった「 $(J, J')$  - 無損失共役化」の概念が非線形システムに拡張され、 $H^\infty$  制御の問題の新しい可解条件を統一的な形式で導出することができた。可解条件は2つのハミルトンヤコビ方程式とその間の結合条件として表現されており、従来得られたものよりも適用範囲

が広く、また望ましい制御器のクラスのパラメトリゼーションが得られているのが特長である。ここで得られた方法を用いて、二重倒立振子の非線形制御系の設計を行い、詳細なシミュレーション結果によってその有効性を検証している。

本論文の後半は非線形システムの安定化制御器のパラメトリゼーションを考察し、 $H^\infty$  制御問題を解くのに用いたと同じ理論的枠組、すなわち鎖散乱表現と状態－出力安定を用いて、入出力安定器のクラスをもとめている。このパラメトリゼーションは従来得られているものよりも具体的な形をしており、線形システムの場合と同じように制御問題をモデルマッチング問題に帰着させることが可能な点が大きな特長である。

以上のように本論文は、非線形の制御対象に対して  $H^\infty$  制御を自然に拡張するための新しい概念と手法を提案したもので、非線形制御系の設計理論に貢献するところが大きく、工学博士の学位論文として価値あるものと認める。