

Title	不確かさを考慮した制御系のモデリングとロバスト性 解析に関する研究-磁気浮上系における解析-
Author(s)	松尾, 誠一
Citation	
Issue Date	1997-03
Type	Thesis or Dissertation
Text version	author
URL	http://hdl.handle.net/10119/1053
Rights	
Description	Supervisor:藤田 政之, 情報科学研究科, 修士

不確かさを考慮した制御系のモデリングと ロバスト性解析に関する研究 -磁気浮上系における解析-

松尾 誠一

北陸先端科学技術大学院大学 情報科学研究科

1997年2月14日

キーワード： 不確かさ, 磁気浮上系, モデリング, ロバスト性解析.

本研究では構造的な不確かさにたいする磁気浮上系のロバスト性解析を行なう. そのために不確かさを考慮した磁気浮上系のモデルの一提案をおこない, そのモデルをもちいて非構造的な不確かさの記述による解析結果の保守性について検討していく.

近年, 実システムとモデルの間の不確かさを考慮し, 制御系の解析および設計を行なうロバスト制御に関する研究がおこなわれている. ロバスト制御を実システムへ適応した例として多くの研究があげられるが, 磁気浮上系もまたそのひとつにあげられる. この系は非常に複雑な要素が多く, 実システムをモデルとして表すことは難しい. そのために制御系設計のモデルを導出するには多くの理想的な仮定をおいた上での大胆な簡略化が行なわれる. その結果, 数学モデルでは表わすことのできない不確かさが存在してしまう. そこで, これらの不確かさを考慮した設計, 解析をおこなうことが重要になってくる.

磁気浮上系の不確かさは, 従来, 明確な記述はなされておらず, 外乱にくわる一部の要素として取り扱われることが多かった. その後, 不確かさを考慮するロバスト制御を適用した研究がなされ不確かさはモデルとして記述されるようになってきた. しかし, ここでの不確かさは非構造的な記述によるものであり, これらは数学的に取り扱うことが容易となるものの保守的な記述であるために解析結果も保守的になることが予想される.

そこで, この記述の保守性を避けるためにも不確かさは構造的に記述することが望ましいと考えられる. 構造的な不確かさの記述は数学的に解析することが難しいとされていたが, 近年, それらも制御系 CAD の発展により比較的容易に取り扱えるようになってきている. そのような背景から, 構造的な不確かさによるロバスト性解析が可能になりつつある. そこで本研究では以下のことをおこなう.

- 構造的な不確かさにたいする磁気浮上系のロバスト性解析をおこなう
- 非構造的な不確かさによるロバスト性解析の結果の保守性についての検討。

これらを達成するためにつぎのことをおこなう。

- 不確かさを考慮した磁気浮上系のモデリングの一提案。
- 従来の手法で設計したコントローラにたいし、提案したモデルをもちいてのロバスト性解析。

また、このときの解析には μ -Analysis and synthesis toolbox をもちい、実数、複素数の摂動についても計算をおこなえる構造化特異値により解析をおこなう。

本研究では不確かさを考慮した磁気浮上系のモデリングの一提案をおこなうために、磁気浮上系のモデリングについて十分な検討をおこなった。まず、磁気浮上系の数学モデルを導出し、それらの数学モデルのパラメータの同定をおこなった。これらの過程をふまえたうえで磁気浮上系のモデルにおこりうる不確かさについて検討をおこなった。ここでは、吸引力項を線形化することによりあらわれる線形化による不確かさ、質量変動にともない生じるパラメータ変動による不確かさ、また、電磁石部に生じるモデル化されていない動特性の不確かさについて検討した。これらの考察より、構造的に不確かさを考慮した磁気浮上系のモデルの一提案をおこなった。

つぎに、提案した不確かさを考慮したモデルをもちいてロバスト性解析をおこなった。ここで解析にもちいたコントローラは従来の設計手法をもちい、非構造的な不確かさで記述し設計したものをもちいた。ここで、もちいた設計手法は μ 設計法によるものである。これらの解析の枠組を用い、非構造的な不確かさにより設計したコントローラの保守性について検討した。また、構造的に見積もった不確かさが磁気浮上系にそれぞれどのような影響をあたえるかについても検討をおこなった。ここでは、解析の指標として磁気浮上系のロバスト安定性、ロバスト制御性能について考察をおこなっている。また、このロバスト性解析の枠組をもちいて他のコントローラとの比較検討もおこなってみた。

最後に実験結果からこれらの解析の有効性についての検証をおこなった。モデルの変動を疑似的におこすために磁気浮上系の定常ギャップを変動させ、モデルに不確かさが生じる状態をつくった。この設定のもとで実験をおこない、その結果からロバスト性解析の結果の有効性について考察を行なった。その結果、これらのロバスト性解析の有効性を検証することができ、非構造的な不確かさによる解析が保守的であることを考察することができた。しかし、実験結果をみるかぎりまだ、ロバスト安定である範囲は広いようであり、解析結果の保守性をさらに軽減する必要があるように思われる。

以上のことをおこなった結果、つぎのことが分かった。構造的に不確かさを記述しロバスト安定性解析をおこなった結果、設計時に保証されなかった不確かさの変動の範囲を一部保証できるようになった。この結果から、構造的な不確かさによるロバスト性解析を行なうことにより保守性を軽減できることがいえる。