

審査の結果の要旨

論文提出者氏名 牛田 俊

本論文は「Closed-Loop Structure and γ -Characteristics of H^∞ Control Systems」(H^∞ 制御系の閉ループ系の構造と γ -特性)と題し、 H^∞ 制御系の基本的な構造の解明を目的としている。 H^∞ 制御は、その考え方がはじめて提案されてからすでに 20 年、解法が確立されてから 10 年を経過しており、商用のソフトウェアツールも完備し、 H^∞ を実システムの設計に用いるユーザーも少なくない。しかし、その基本的な構造、特に H^∞ 制御を用いた結果として出来上がる閉ループ系の構造についてはまだ解明されている部分も少なくない。本論文は H^∞ 制御を用いた閉ループ系の構造を陽にもとめ、その次数の上限を明らかにし、さらに γ -特性とよばれる設計仕様と実現性能との間の関連を考察し、いくつかの新しい結果を導いている。

第一章は「Introduction」で、本論文の動機と背景について述べ、本論文に関連するこれまでの研究に関して概観し、本論文で得られた結果の位置付けを行なっている。

第二章は「Preliminaries」と題し、本論文で得られた結果を導くために用いる理論的な結果をまとめて述べている。特に H^∞ ノルムの計算法とハミルトン行列の性質および無損失性の拡張概念である J -無損失性について述べている。

第三章は「Standard H^∞ Control Problems」と題し、標準 H^∞ 制御の定式化と可解条件を述べている。

第四章は「 γ -Characteristic of the Closed-Loop Norm」と題し、Mustafa-Glover によって提示された γ -特性に関する「単調性予測」に関する研究成果を述べている。Mustafa-Glover の推測とは、 H^∞ 制御の要求仕様を厳しくすれば可解性の仮定のもとで得られた閉ループ特性は必ずよくなる、というもので、申請者はこの推測が正しくないことを示す反例を与え、数値的かつ解析的にそれを示している。

第五章は「Closed-Loop Structure of H^∞ Control Systems」と題し、 H^∞ 制御系の閉ループ構造の解明にあてられている。この章では H^∞ 制御の基本的な性質として制御対象の安定な極が制御器の安定な零点で相殺されることを示し、それによる閉ループ系の次数低減のメカニズムを明らかにしている。閉ループ系のマクミラン次数の上限を陽に示しているが、この結果は H^∞ 制御の理論として本質的に新しいものである。

第六章は「 γ -monotonicity of H^∞ Closed-Loop Norm」と題し、Mustafa-Glover の推測が成り立つための条件をある制限条件のもとで導いている。Mustafa-Glover 推測が成り立つための一般的な条件を導出するには至っていないが、この問題を解決するための指針を提案している。

第七章は「Conclusion」と題し、本論文の結論と今後に残された課題が述べられている。

以上、本論文は H^∞ 制御理論で未解決のままに残されていた閉ループ系の構造に関する幾つかの問題を解決し、 H^∞ 制御の特徴を理論的に明らかにした。制御理論とその応用の進歩に貢献する所が大きいと考えられ、博士（工学）の学位論文として合格と認める。