

主論文審査の要旨

サンプル値制御系はコントローラとしてデジタルコンピュータを用いる場合のフィードバック制御系をさす。本論文は制御性能と設計の容易さとの両面を考えたとき他に比べてすぐれていることを特徴とする離散時間設計の立場から、非線形制御対象の高性能サンプル値制御系設計問題を扱っており、その設計方法として再設計と呼ばれる方法と高精度近似サンプル値モデルにもとづく方法とを確立している。

第2章では、非線形連続時間システムに対して連続時間設計の立場から設計された制御入力をサンプリング時刻ごとにそのままホールド回路をとおして実現するエミュレーションについて論じている。その場合には所望の制御性能の実現には、サンプリング周期を十分小さくする必要があることを3自由度モデルヘリコプタを用いた制御実験によって実証している。

第3章では再設計と呼ばれる方法を扱っている。再設計はエミュレーション入力に、補助入力を加えることによって制御性能の改善を図る方法であり、これまでに、Nesicらは再設計によって安定なサンプル値制御系を設計する方法を提案しているが、フィードバック系の安定化のみが議論されており、制御性能を改善させる具体的な設計方法は言及されていない。そこで、本論文では具体的な設計問題としてモデル追従制御系設計問題を取り上げ、近似離散時間モデルにもとづく再設計によって、エミュレーションより制御性能が改善されるサンプル値モデル追従制御系を構成する方法を明らかにしている。

第4章では1入出力非線形システムに対する近似離散時間モデルの高精度化とそのモデルの解析およびそのモデルにもとづく制御系設計を論じている。これまで用いられているEulerモデルは近似精度が低いため期待する制御性能を得ることが難しい。そこで、Yuz and GoodwinはEulerモデルより近似精度が高いモデルを提案しており制御性能も改善される可能性がある。しかし、このモデルではサンプリングによって新たなゼロダイナミクスが生じ、相対次数が2のときのそのゼロダイナミクスの安定問題は十分解明されていない。ゼロダイナミクスの安定性は多くの非線形フィードバック制御器設計で必要とされる性質である。そこで本論文では、そのゼロダイナミクスの安定性判別には、さらに高精度のモデルが必要であることを示すとともに、そのモデルを導出し、ゼロダイナミクスの安定性を解析している。また、ゼロ次ホールドの代わりに分数次ホールドを導入することにより、ゼロダイナミクスの安定性が改善されることを明らかにし、その結果として、設計したフィードバック系の制御性能が向上することを示している。

第5章では、一入出力系に対するYuz and Goodwinのモデリング手法を拡張して、非干渉化可能な多入出力非線形システムに対して高精度のサンプル値モデルを導出し、そのゼロダイナミクスの安定性を解明している。そして、得られたモデルにもとづいて制御系を設計すれば、エミュレーションやEulerモデルによる方法より良好な制御性能が得られることを示している。

以上、本研究は非線形システムに対してフィードバック制御性能の改善を可能にするサンプル値モデルの導出と解析およびそのモデルにもとづく制御系設計方法の確立を行っており、非線形制御対象のサンプル値制御系設計分野において学術的に寄与するところ大であり、博士（工学）の学位を授与するに十分値すると認める。

最終試験の結果の要旨

審査委員会は、学位論文提出者に対して当該論文の内容ならびに関連分野の事項について諮問を行った。その結果、学位論文提出者は、当該の研究分野および関連分野について十分な知識と理解力を有していると判断した。また、国際会議での発表実績を有していることなどから、外国語に関しても学位授与に値する十分なレベルの能力があると認めた。以上の結果にもとづいて、審査委員会は最終試験を合格とした。

審査主査	産業創造工学専攻機械知能システム講座担当教授	氏名	石飛	光章
審査委員	産業創造工学専攻機械知能システム講座担当教授	氏名	鳥越	一平
審査委員	産業創造工学専攻先端機械システム講座担当教授	氏名	藤原	和人
審査委員	情報電気電子工学専攻機能創成エネルギー講座担当教授	氏名	檜山	隆