

氏名	今井弘之 いま ひろ ゆき
学位の種類	工学博士
学位記番号	論工博第1106号
学位授与の日付	昭和53年11月24日
学位授与の要件	学位規則第5条第2項該当
学位論文題目	DESIGN OF OBSERVERS AND CONTROLLERS FOR DISCRETE TIME LINEAR MULTIVARIABLE SYSTEMS (離散時間線形多変数システムに対する観測器と制御器の設計)

論文調査委員 (主査) 教授 明石 一 教授 岩井 壮介 教授 榎木 義一

論文内容の要旨

本論文は、離散時間線形多変数システムに対する観測器および制御器を用いた動的制御器の設計に関する問題の幾何学的手法による研究について、著者が得た成果をまとめたものであり、緒論を含む7章からなっている。

第1章は緒論であり、線形システム理論に関する従来の研究状況と未解決の問題点を示し、本研究の概要を述べている。

第2章は状態観測器を扱っている。まず、アドミッシブル観測器を、状態ベクトルの再生に要する時間の観点から、それより優れた観測器が他に存在しないような観測器として定義し、その特性を調べている。特に、アドミッシブル観測器の誤差動特性は射影行列に密接な関係を持ち、その射影の方向が設計の自由度を与えることを示している。この自由度は、種々の目的に用いられることを明らかにしている。すなわち、デッドビート特性を得るため、また初期推定誤差がある特定の部分空間に含まれる場合の最短時間観測器を構成するため、そして観測器の次元を最小化するためなどである。これらの目的のためのアルゴリズムも得ている。

第3章では、線形関数観測器に対する一つの基本概念として K -不偏観測器を定義し、その特性を調べている。ついで、デッドビート特性を持ちかつ低次元の K -不偏観測器の設計アルゴリズムを得ている。このアルゴリズムはかなり広いクラスのシステムに対して最小次元観測器を与えることを明らかにしている。

第4章は、不確実なパラメータに対してインセンシティブな観測器の設計問題を扱っている。まず、 K -インセンシティブ観測器を、観測器の初期値を適当に設定すればパラメータの変動にもかかわらず状態の線形関数を再生するような観測器として定義し、その存在条件を求め、さらに存在するとき観測器が K -インセンシティブであるための必要十分条件を得ている。ついで、デッドビート特性を持つ K -インセンシティブ観測器の存在条件を求め、そしてそれを設計するためのアルゴリズムを得ている。

第5章では、観測器および双対観測器を用いた最短時間の動的デッドビート制御器の問題を考察している。まず、準備として、最適制御器と最適観測器を定義し、それらを求めるためのアルゴリズムを得ている。ついで、観測器を用いた動的デッドビート制御器の存在条件を求め、そして分離定理、すなわち、最短時間動的デッドビート制御器は最適制御器と最適観測器を組み合わせることによって得られるという定理を証明している。さらに、これらの結果を双対化し、双対観測器を用いた場合の対応する結果を示している。最後に、第3章の結果を応用することにより制御器の次元を下げる方法を示している。

第6章では、第5章の結果を出力デッドビート制御問題に拡張し、最短時間出力デッドビート制御器の設計アルゴリズムを得ている。続いて、動的制御器による外乱の局所化の問題を解いている。さらに、外乱を局所化するとともに出力デッドビート特性を持つ動的制御器の設計アルゴリズムを求めている。これらの結果は不確かパラメータに対してインセンシティブな制御器の設計にも用いられることを明らかにしている。

第6章の前半で扱った出力デッドビート制御器においては、閉ループ系の安定性が重要な問題となるが、第7章では、出力デッドビート特性を持つと同時に閉ループ系が安定となるような制御器を設計する問題を定式化して解き、そのような制御器を求めるためのアルゴリズムを得ている。

論文審査の結果の要旨

デッドビート特性を持つと同時に、パラメータの不確か性や外乱に対してインセンシティブな観測器や制御器を設計する問題は、離散時間線形多変数システム理論の中心課題である。本論文は、この問題の幾何学的手法による研究を行ない、簡潔でかつ一般的な対象に適用しうるアルゴリズムを求めるとともに、いくつかの興味ある結果を与えたものである。得られた主な成果は次の通りである。

1. 観測器の誤差特性に対し、状態ベクトルの再生に要する時間の観点から検討することにより、アドミッシブル観測器の概念を導入し、そしてその特性を明らかにした。特に、アドミッシブル観測器の誤差動特性は射影行列に密接な関係を持ち、その射影の方向は設計の自由度を与えることを示している。この自由度は、種々の目的、例えば、デッドビート特性を得るため、あるいは観測器の次元を最小化するためなどに用いられることを示し、それらの目的のためのアルゴリズムを求めた。

2. 低次元のデッドビート線形関数観測器を設計するためのアルゴリズムを得た。このアルゴリズムは表現が簡潔であるばかりでなく、広いクラスのシステムに対して最小次元観測器を与えるものである。

3. システムパラメータの不確か性に対してインセンシティブなデッドビート線形関数観測器が構成可能であるための条件を求め、可能であるときそれを設計するためのアルゴリズムを与えた。

4. 最適制御器と最適観測器を定義し、それらを求めるためのアルゴリズムを導いた。ついで、観測器を用いた動的デッドビート制御器の存在条件を求め、そして分離定理、すなわち、最適制御器と最適観測器を組み合わせることによって最短時間動的デッドビート制御器が得られるという定理を証明した。さらに、これらの結果を双対化し、双対観測器を用いた場合の対応する結果を導き、それらの双対性について論じ、興味ある結果を得た。

5. 観測器を用いた動的制御器による外乱の局所化の問題を解いた。さらに、外乱を局所化すると同時

に出力デッドビート特性を持つ動的制御器の設計アルゴリズムを求めた。これらの結果は不確実パラメータに対してインセンシティブな制御器の設計にも用いることができる。

6. 出力デッドビート制御器においては、閉ループ系の安定性が重要な問題となるが、ここでは出力デッドビート特性を持つと同時に閉ループ系が安定となるような制御器を設計する問題を定式化し、これを解いた。

以上要するに、本論文は離散時間線形多変数システムに対して、デッドビート特性および不確実パラメータあるいは外乱に対してインセンシティブな特性を持つ観測器や制御器の設計に関するいくつかの問題を解決するとともに、それらの設計のための簡潔かつ普遍的なアルゴリズムを提案したもので、学術上、実用上寄与するところが少なくない。

よって、本論文は工学博士の学位論文として価値あるものと認める。