

氏 名	キム テ ヒョン 金 泰 亨
学位(専攻分野)	博 士 (情 報 学)
学 位 記 番 号	情 博 第 204 号
学位授与の日付	平 成 18 年 3 月 23 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 4 条 第 1 項 該 当
研究科・専攻	情 報 学 研 究 科 シ ス テ ム 科 学 専 攻
学位論文題目	Robust Model Predictive Control for Constrained Linear Systems (拘束線形システムに対するロバストモデル予測制御)

論文調査委員	(主 査) 教 授 杉 江 俊 治	教 授 酒 井 英 昭	教 授 熊 本 博 光
--------	----------------------	-------------	-------------

論 文 内 容 の 要 旨

現実のシステムのほとんどは入力や状態に関する制約条件を有しているが、このような制約条件を陽に考慮に入れて制御系設計をおこなえる有効な手法としてモデル予測制御がよく知られている。本論文は、制御対象にモデル化誤差や外乱が存在する場合のモデル予測制御について検討したものであり、7章から構成されている。

第1章は序論であり、モデル予測制御の基本的な考え方および、モデル化誤差を陽に取り扱うロバストモデル予測制御の従来研究を概観し、その問題点を指摘した後、本研究の目的について述べている。

第2章では、モデル化誤差に対処するために、観測された状態量データに基づいて時々刻々制御対象のモデルを更新し、その不確かさを減少させる適応メカニズムを含む新たなモデル予測制御の枠組みについて考察している。連続時間系において、モデル予測制御に適したモデルパラメータの更新アルゴリズムを提案し、そのような適応的メカニズムを含む状態フィードバック型のロバストモデル予測制御の一手法を開発している。その可解性や安定性などの基礎的な性質を明らかにした後、数値例により提案手法の有効性を検証している。

第3章では、デジタル機器による実装の観点から、上記の結果を離散時間系に拡張している。この手法においてもモデル化誤差の下で解の存在性や安定性が保証されることを示している。

第4章では、出力フィードバック型モデル予測制御の開発の準備として、状態量に関する情報を必要とせず、入出力データにもとづいてモデルパラメータを適応的に更新する手法を開発している。この手法もパラメータ推定誤差が時間とともに単調減少することが保証され、モデル予測制御に適したものとなっていることを示している。

第5章では、複数のサブシステムが相互に連結された大規模システムを考察対象とし、制御対象モデルの不確かさと外乱の存在下で、与えられたシステムの制約条件を満たす制御手法について考察している。計算量の観点から分散型ロバストモデル予測制御手法を提案し、制御仕様が満たされることを示し、さらに、最終的に各サブシステムの状態がある有界な領域におさまることを保証している。

第6章では、上記の制御法がシステムの状態量の情報を必要とするのに対して、出力情報だけを用いるモデル予測制御法について検討している。具体的には、時変パラメータを含むシステムに対する出力フィードバック型のモデル予測制御について考察し、ロバストオブザーバを用いた一制御手法を与えている。設計法は凸最適化問題に帰着されるため効率の良い解法となっている。また、数値例によりその有効性を確認している。

第7章では、結論として以上の各章の内容を要約し、今後の課題について述べている。

論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

本論文は、入力飽和などの制約条件を有するシステムに対して有効な手法として知られるモデル予測制御に関するものであり、特にシステムのモデルに不確かさが存在する場合の制御手法について検討し、下記の成果を得ている。

1. 観測された状態量データに基づいて時々刻々制御対象のモデルを更新し、その不確かさを減少させる適応メカニズムを含んだ新たなモデル予測制御の枠組みについて考察し、連続時間系における適応ロバストモデル予測制御の一手法を提案した。その可解性・安定性などの基礎解析をおこない、有効性を数値例により確認している。
2. 上記の結果を、デジタル実装の観点から、離散時間系の場合へ拡張するとともに、さらにモデルの更新が状態量を用いずに入出力データのみから行う手法を与えた。そしてその有効性を数値例により検証している。
3. 制約条件を有する大規模相互接続系に対して、モデルの不確かさを陽に考慮したモデル予測制御手法について検討し、分散型ロバストモデル予測制御の一つの手法を提案した。提案手法では、定常状態において、ある種の外乱の存在下においても、システムの状態がある有界な領域にとどまることを示した。
4. 上記の制御法がシステムの状態量の情報を必要とするのに対して、出力情報だけを用いるモデル予測制御法について検討した。具体的には、時変パラメータを含むシステムに対する出力フィードバック型のモデル予測制御について考察し、ロバストオブザーバを用いた一制御手法を示した。設計法は凸最適化問題に帰着されるため効率の良い解法となっている。また、数値例によりその有効性を確認している。

以上要するに、制約条件を有する不確かなシステムに対する制御手法について有用な結果を得たものであり、その成果は学術上、實際上寄与するところが少なくない。

よって、本論文は博士（情報学）の学位論文として価値あるものと認める。また、平成18年2月10日実施した論文内容とそれに関連した試問の結果合格と認めた。