

氏 名	すずき ひろみ 鈴 木 宙 見
学位(専攻分野)	博 士 (情 報 学)
学 位 記 番 号	情 博 第 260 号
学位授与の日付	平 成 19 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	Studies on Predictive Control for Constrained Linear Systems (拘束線形システムの予測制御に関する研究)

論文調査委員	(主 査) 教 授 杉 江 俊 治	教 授 熊 本 博 光	教 授 太 田 快 人
--------	----------------------	-------------	-------------

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、入力の大きさやシステムの状態に制約のあるシステムの制御に対して、新たな手法を提案し、その有効性を検証したものであり、全5章から構成されている。

第1章は序論であり、制御入力やシステムの状態に制約のあるシステムを制御する手法の重要性について述べた後、これらを系統的に扱える有効な制御系設計手法としてモデル予測制御と目標値整形法について過去の研究を概観し、それぞれについて現在の到達点と問題点を明らかにしたうえで、本論文の目的を示している。

第2章では、与えられた目標軌道に対して、システムの拘束条件を満たすように目標値をあらかじめ整形してから、制御系に印加するフィードフォワード型の目標値整形法において、まずその基礎概念を述べた後、広いクラスの周期軌道を扱うように従来手法を拡張している。具体的には、周期的な定常状態において最適となる目標値信号と、定常状態へと移行するまでの過渡状態での目標値信号に分けた上で、準最適解を求める手法を与えている。その有効性をまず数値例で検証し、拘束条件を満たしたうえで過渡応答特性を大きく改善できることを確認した後、2慣性振動系を対象とした位置決め制御実験をおこない、これにより提案手法の有効性を実験によっても検証した。

第3章では、上記の目標値整形手法を拡張し、より実際の観点から、制御対象が不確かさを持つ場合にもシステムの拘束条件が満たされることを保証する手法を与えた。特に、不確かさを含むステップ応答の情報とインパルス応答の情報を組み合わせて保守性を低減する手法を提案した。さらに、このとき生成する目標値信号を冗長に表現しておくことで、両者の情報を有効に活用する方法を与えており、また、補助的な変数を導入することにより計算負荷の軽減を図っている。最後に提案法の有効性を数値例により検証している。

第4章では、拘束条件を有し、かつ時変パラメータを含む線形システムを扱う新たなモデル予測制御法を提案している。具体的には、モデル予測制御において問題となる、計算量と制御性能の間のトレードオフを解決する目的から、未来の状態軌道を楕円集合により表現し、最適入力列を求める方法を提案した。またここではパラメータの変化速度を考慮に入れることにより未来軌道の予測精度の向上を図っている。さらに、安定性を保証するための新たな条件を導出し、安定化可能となる領域の拡張を実現している。また、提案法の有効性を数値例により検証した。

第5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

現実の制御対象ではアクチュエータの限界や制御対象の保護などの目的から、制御系の入力や状態に関して満たされるべき拘束条件が存在する。このような拘束システムを制御する手法として、本研究では目標値整形とモデル予測制御に着目し、下記の成果を得ている。

1. 与えられた目標軌道に対して、システムの拘束条件を満たすように目標値をあらかじめ整形してから、制御系に印加

するフィードフォワード型の目標値整形法において、広いクラスの周期軌道を扱えるように従来手法を拡張した。具体的には、周期的な定常状態において最適となる目標値信号と、定常状態へと移行するまでの過渡状態での目標値信号に分けた上で、準最適解を求める手法を与えた。そして、その有効性を数値例および実機実験により検証している。

2. 上記の結果を、制御対象が不確かさを持つ場合にも、拘束条件が満たされるように手法を拡張した。特に、不確かさを含んだステップ応答の情報とインパルス応答の情報を組み合わせて保守性を低減する手法を提案している。このとき、生成する目標値信号を冗長に表現しておくことで、両方の情報を活用する方法を与えた。また、提案法の有効性を数値例により検証している。

3. 拘束条件を有し、かつ時変パラメータを含む線形システムを扱える新たなモデル予測制御法を提案した。従来より問題とされていた、計算量と制御性能の間のトレードオフを解決する目的から、未来の状態軌道を楕円集合により表現し、最適入力列を求める方法を提案している。さらに、安定性を保証するための条件を新たに導出し、安定化可能となる領域を広げている。また、提案法の有効性を数値例により検証した。

以上要するに、制約条件を有する広いクラスの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19年2月16日に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。