

論文内容の要旨

博士論文題目 入力制約付き非線形システムに対する制御則設計および解析

氏名 喜種 奈美

(論文内容の要旨)

本論文は、入力制約つき非線形システムに対して局所制御リアプノフ関数が与えられているという仮定のもとで、ロバストな制御則を導出することを目的としている。また、局所制御リアプノフ関数が存在するため条件についても考察している。

第1章では、入力制約のある制御問題についてのこれまでの研究をレビューするとともに、局所制御リアプノフ関数を用いた制御則の設計を中心とする研究目的について述べた。

第2章では、本論文で使用する記号と用語の定義を示し、制御リアプノフ関数と安定性の関係、逆最適制御問題、同次近似についてまとめた。

第3章では、入力の k ノルムが1以下 (Minkowski Ball) に拘束された非線形システムに対して、任意の k に適用できる準普遍制御則を提案した。しかしこの制御則は k が1あるいは ∞ の場合、入力が不連続になるおそれがあることから、1以上の任意の k に対して原点以外で入力が連続になるように制御則を改良した。

第4章では、先に提案した制御則と同じ方向ベクトルをもつ逆最適制御則を導き、そのロバスト性についてセクター余裕を用いて評価した。

第5章では、漸近安定化可能領域でロバスト性を保証する準普遍制御則と任意のセクター余裕をもつ準普遍制御則を設計する方法を示した。

第6章では、実際のシステムに対して、本論文で提案したいくつかの制御則を適用する際の留意点について述べた。

第7章では、拡張された入力のノルム制約をもつ非線形システムに対して準普遍制御則を提案し、その特性を明らかにした。

第8章では、小入力特性をもつ局所制御リアプノフ関数が存在するための必要条件および必要十分条件を導出した。特に漸近安定化可能な同次システムについて、小入力特性を満たす同次制御リアプノフ関数が存在することを明らかにした。

氏名	喜種 奈美
----	-------

(論文審査結果の要旨)

近年、制御理論研究において、入力制約問題は盛んに研究されているが、多くは線形システムを対象としている。本論文では、非線形システムの入力制約問題に対して、制御リアプノフ関数を用いたアプローチをとって、制御則設計に取り組んでいる。このアプローチは制御リアプノフ関数の設計とこれを用いた制御則設計からなるが、本論文ではまず、局所制御リアプノフ関数がすでに得られているものとして、制御則設計問題に取り組んだ。漸近安定化可能領域を明らかにしたあとで、局所制御リアプノフ関数の微分の下限をあたえる入力を求め、この入力と同じ方向ベクトルをもつ新しい漸近安定化制御則を設計し、この制御則のもつ特徴を明らかにした。また入力空間が超多面体の場合、この制御則は不連続になるおそれがあるが、どのような場合も原点以外で連続となるように制御則の改良も行った。

続いて、ロバスト性を保証するため、先に提案した安定化制御則を改良した逆最適制御則を新たに考案するとともに、セクター余裕を用いてロバスト性を評価した。一方、セクター余裕の下限は入力の方向ベクトルで決まり、吸引領域はセクター余裕と入力制約によって決まる。セクター余裕と吸引領域を同時に大きくすることができないため、逆最適性をあきらめたロバスト性を重視した準普遍制御則も提案した。

本論文で提案されているすべての制御則は、常に局所制御リアプノフ関数を減少させる働きをする。局所制御リアプノフ関数さえ構成できれば簡単に導出できるこれらの制御則の特徴は、入力が原点以外で連続になることのほかに、一つのパラメータでセクター余裕と吸引領域を調整できる点にある。

最後には、制御リアプノフ関数の存在について小入力特性の視点から考察を行い、漸近安定化可能な同次システムについて小入力特性を満たす同次制御リアプノフ関数が存在することを明らかにした。

以上のように、本論文は、非線形システムの制御則設計および解析に新しい方法を示したものとして、システム制御の分野において、学術上、実用上寄与するところが少なくない。よって、本論文は博士(工学)の学位論文として価値あるものと認める。