論文内容要旨（和文）

平成　15　年度入学　大学院博士後期課程
システム情報 工学専攻 知能機械システム　講座
学生番号 03522305
氏　　名 蘇　宇航　　　印

（英文の場合は，その和訳を（　）を付して併記すること。）

論文題目　多項式形非線形系の厳密線形化による安定化制御

システム設計を行う時，制御対象として扱っている状態方程式はほとんどが非線形特性を持っている。そのため，非線形特性を無視できる場合はよいが，非線形特性を無視できない場合や非線形特性を考慮して制御したい場合は，まずその非線形系に対して線形化を行う必要がある。従来のテイラー展開による近似線形化は平衡点の近くのみでしか線形化されていないため，状態空間全体では有効ではない。多様体論による厳密線形化は線形化されたシステムを用いて設計されたコントローラで原点の近くのみでなく，状態空間全体での設計を目的とする。多様体論による厳密線形化は原点近傍だけでなく，状態空間全体で安定化することができるため重要な設計方法である。しかしながら，厳密線形化の条件は厳しく，設計できる制御対象が限定されている。そのため，厳密線形化の研究では制御対象を一般の非線形関数として扱い，個別システムの特徴を生かした研究がほとんどなされていないからである。

本研究ではテンソルに関する演算を利用して，記述できる非線形システムを多様体論による厳密線形化を通じて，非線形系の安定化を論ずる．テンソルによる制御対象の記述は非線形系をそのまま扱うことができる．一般的には，リー微分とリー積を用いて線形独立であるかおよびインボリューティブであるかを調べて，条件を満たすかどうか判断する。インボリューティブである場合のみ、フロベニウスの定理により厳密線形化するための座標変換とフィードバックに必要な関数Φ(x)を見つけることが

できる。しかし,この条件が厳しくて,必ずしも,その関数を見つけるとは限らない。ここで一つの工夫として,制御対象を多項式で記述されるとあらかじめ設定することにより見つけられる関数の様相を把握する。座標変換とフィードバックは関数Φ(x)によりもとめられる.得られた座標変換とフィードバックにより,元の非線形系を線形の可制御正準系に示すことができる。この線形化された状態方程式を安定化するための状態フィ-ドバックと座標変換を用いることにより,元の非線形システムを安定化させる入力をもとめることができる。

以上の方法を用いることで,多様体論による厳密線形化を通じて非線形系の安定化制御をすることが可能であることを示す.また,テンソルによる制御対象の記述と力学系での応用は応用例と数値例を挙げることで示す。

なお,本論文の構成は以下のように示す。第1章では本論文の研究背景と研究目的を紹介する。第2章では多様体論の重要概念について述べる。第3章では従来のモデルを対象として,微分幾何学のアプローチを用いた線形化手法,特に局所座標系の座標変換ついて説明する。第4章ではフィードバックと座標変換を用いて状態方程式を線形化する手法について説明する。第5章では多項式形非線形化の問題設定について述べる.非線形系を線形可制御系に変換するため,線形独立とインボリューティブについて可制御条件の考察を行い,安定化制御可能であることを提案する。第6章では新しい制御対象の数値例を示す。第7章では結論を述べる。

(10pt 2,000 字程度 2 頁以内)

論文内容要旨（英文）

平成 15 年度入学　大学院博士後期課程

システム情報工学専攻　知能機械システム　講座

学生番号 03522305

氏　　名　蘇　宇航　　　印

論文題目　Stabilization Control by the Strict Linearization of Polynomial Form Nonlinear System

In this paper the polynomial nonlinear system is adopted as the controlled object, and how to describe each condition of the strict linearization and to solve nonlinear coordinate transformation are made clear. For the polynomial nonlinear system, it is pointed out that the design theory of the strict linearization can be expanded in large region. In the general theory of the strict linearization, when both controllable linearly-independent condition for Lie products and involutive condition are tenable, according to Frobenius theorem, the coordinate transformation for the strict linearization and feedback can be found as necessary functions. In the past considerations, the detail form of the function could not be solved because the controlled objects were treated as general form. In this study, we due to the limitation to polynomial form, it can be shown that the coordinate transformation is solved in polynomial form and also the necessary functions about feedback are calculated in

polynomial form. Namely the design method about the strict linearization can be expanded in large region, which is the innovation of this study. In order to confirm the effectiveness of this design method, a design example is shown for the mechanical system with mass and nonlinear spring. We consider the next polynomial form nonlinear system.

In this work we show the design method of stabilization control of nonlinear system of polynomial form by mean of tensor calculation and manifold theory. We can transform a polynomial nonlinear system to a linear controllable system using polynomial coordinate transformation in case that linear independent condition of Lie products and involutive condition are satisfied based on Frobenius theorem. Furthermore the input control can be found as a meromorphic function for stabilization.

In chapter 1 the background and this research aim are described. In chapter 2 the important concepts of manifold theory are introduced. In chapter 3 the coordinate transformation using differential geometry is explained. In chapter 4 strict linearization is explained. In chapter 5 the problem statement of polynomial nonlinear system is explained. In chapter 6 the numerical example is explained. In chapter 7 the conclusion is described.

(12pt シングルスペース 300 語程度)