

| | |
|--------------|---|
| Title | 不安定機械系の安定化制御に関する研究 |
| Author(s) | 林, 節八 |
| Citation | 大阪大学, 1980, 博士論文 |
| Version Type | VoR |
| URL | https://hdl.handle.net/11094/2667 |
| rights | |
| Note | |

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

| | |
|---------|--|
| 氏名・(本籍) | 林 節 八 |
| 学位の種類 | 工 学 博 士 |
| 学位記番号 | 第 4 9 5 0 号 |
| 学位授与の日付 | 昭 和 5 5 年 3 月 2 5 日 |
| 学位授与の要件 | 工学研究科 産業機械工学専攻 学位規則第5条第1項該当 |
| 学位論文題目 | 不安定機械系の安定化制御に関する研究 |
| 論文審査委員 | (主査) 教 授 増淵 正美 (副査) 教 授 石谷 清幹 教 授 赤木 新介 |

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は不安定機械系として、(1)自走する同軸平行二輪車、(2)内部物体を横方向に直線変位させる型式の倒立振子、(3)内部物体を回転変位させる型式の倒立振子、の3種類の倒立振子を取り上げ、安定化制御について研究したものである。全体は以下の7章から成る。

第1章では、この研究の目的と特色、従来の研究経過、この研究の概要などを述べる。

第2章では、3種類の倒立振子について動特性を記述する基礎方程式を導き、不安定な平衡状態のまわりで線形化して線形状態方程式を求める。そして、これらの系の可制御性と可観測性を検討する。

第3章では、倒立振子の二つの自由度に対応する二つの位置変数を出力とする場合の1次元汎関数オブザーバの構成法、およびこれを一般化した、状態の次元が出力の次元の整数(q)倍であり、かつ可観測指数が構造上可能な中の最小値の q である定数線形系に対する $q-1$ 次元汎関数オブザーバの構成法を導く。

第4章では、3種類の倒立振子に対し、状態フィードバックによる安定化制御、最小次元状態オブザーバによる安定化制御、および汎関数オブザーバによる安定化制御について、それぞれ安定化制御系の構成法を示す。

第5章では、安定化制御を実験的に検討する。自由度に対応する二つの位置変数を出力として測定して、汎関数オブザーバによる安定化制御、最小次元状態オブザーバによる安定化制御、近似微分による安定化制御などを行ない、各倒立振子を実験的にも安定化する。この結果、安定化制御における汎関数オブザーバと状態オブザーバの有効性が明らかになった。また、近似微分による安定化もフィルタ効果について十分検討すれば、実用上有用であることがわかった。さらに、安定化された倒立振

子には多くの場合に持続振動が生じたが、記述関数法による解析を行なって、この原因が駆動伝達系の固体摩擦であることを明らかにする。

第6章では、床を利用しない内部検出量のみに基づく倒立振子の安定化を行なうため、補助振子を用いる方法を提案し、平行二輪車に適用して実験的にこの方法による安定化が可能であることを示す。

第7章では、全体の結論を述べる。

論文の審査結果の要旨

動的に不安定な機械系は工学上多く存在する。本研究はそれらの中からもっとも基本的な機械系として倒立振子型の機械系を3種類とり上げ、フィードバック制御によって安定化できる条件を検討し、その効果を比較、検討したものであって、その主な成果は次の通りである。

- (1) まず、3種類の対象について動的な微分方程式を導出し、平衡状態の近傍で線形化して基礎方程式を求め、可制御性と可観測性について詳しく検討し、そのための各パラメータ間の必要十分条件を得ている。
- (2) これらの基礎式に属する量には速度、角速度などのように直接測定が困難、あるいは不可能な変数が含まれるので、状態オブザーバを構成してフィードバック制御を行ない安定化を行なうのであるが、本研究では特に可観測指数が構造上最小値をとるような汎関数オブザーバ構成法を提案している。
- (3) 3種類の対象について汎関数オブザーバ、最小次元オブザーバによる安定化、および近似微分による安定化実験を行い、平衡状態近傍で倒立状態を安定に維持できることを示しているが、特に汎関数オブザーバによる安定化は他の方法よりかなり簡単な制御回路で同等以上の制御結果が得られるという有効性を示している。なお、実験では微小な持続振動を生じたが、これは駆動伝達系の固体摩擦によるものであることを理論的に確認している。また、倒立振子に補助振子をつけて内部検出情報のみによって安定化可能であることも付記している。

以上のように本研究は機械系の安定化制御に対し新しい知見を与え、制御工学上寄与するところが大きい。

よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。