

(3) 倒立振子のパラメータ同定と安定化

1 実験目的

一般に、制御とは「制御対象があらかじめ与えられた望ましい状態に適合するように適当な操作を加えることである」と定義されている。この操作を完全に装置のみで行うことを自動制御という。自動制御を実現するために必要な素材は、センサ、アクチュエータ、コンピュータである。本実験では、「倒立振子」と呼ばれる実験装置を制御対象とし、自動制御を実現させるための一連の流れを習得することを目的としている。

1 周目の実験では、センサとコンピュータの特性を把握する方法を学ぶ。センサとしては、ロータリエンコーダを用いるが、センサ信号から倒立振子の振子角度や台車位置への変換係数を求める。また、センサ信号から速度算出を行う際に、ローパスフィルタによる処理の効果を調べる。つぎに、アクチュエータとして DC モータを用いるが、電力増幅器の極性を調整する。2 周目の実験では、倒立振子の自動制御を実現するコントローラを設計するコントローラを設計する手順を学ぶ。まず、制御対象のモデリングを行う。倒立振子のモデル（微分方程式）は第一原理により得ることができるが、それに含まれるパラメータの値は未知である。そこで、2 次遅れ系の特性に基づいてパラメータの値を決定する。このような操作をパラメータ同期という。つぎに、倒立振子のモデルを状態空間表現で表し、状態フィードバック形式のコントローラを設計し、倒立振子の安定化を実現する。

2 倒立振子実験装置の概要

2.1 倒立振子実験装置

倒立振子とは、棒を立てる遊びを自動制御により実現する実験装置である。本実験で用いる倒立振子実験装置のシステム構成図を図 1 に示す。図 1 に示すように、倒立振子実験装置では、センサ（ロータリエンコーダ）で検出される。

3 図表

3.1 図

pdf ファイルを取り込むことができます。



図 3.1 : 舞鶴高専ロゴ

図 3.1 のように，図番号を参照することもできます。

3.2 表

表の作成は以下の通りです。

表 3.1 : PID パラメータ

	比例感度 k_P	比例帯 P_B	積分時間 T_I	微分時間 T_D
P 制御	$0.5 K_{Pc}$	$2.0 P_{Bc}$	—	—
PI 制御	$0.45 K_{Pc}$	$2.2 P_{Bc}$	$0.83 T_c$	—
PID 制御	$0.6 K_{Pc}$	$1.6 P_{Bc}$	$0.5 T_c$	$0.125 T_c$

表 3.1 のように，表番号を参照することもできます。

4 参考文献，その他

参考文献²⁾⁻⁴⁾です．参考文献 2) です．

丸文字やリターンキーは ①，， のようにして書けます．

参考文献

- 1) 島ほか：非線形システム制御論，コロナ社 (1997)
- 2) 川田，島津，井上：Hamilton-Jacobi 方程式に基づく非線形 \mathcal{H}_∞ 制御の近似実現，システム制御情報学会論文誌，Vol. 11, No. 7, pp. 401–410 (1998)
- 3) A. J. van der Schaft: \mathcal{L}_2 -gain Analysis of Nonlinear Systems and Nonlinear State Feedback \mathcal{H}_∞ Control, *IEEE Trans. Automat. Contr.*, Vol. AC-37, No. 6, pp. 770–784 (1992)
- 4) 中村：二次安定化による倒立振子システムのロバスト制御に関する研究，立命館大学工学部卒業論文 (1997)