

MATLAB/Simulink と実機で学ぶ 制御工学-PID 制御から現代制御まで

川田 昌克 著

TechShare (2013 年)
変形 B5 判 284 ページ 定価 (本体 2,500 円 + 税)
ISBN : 978-4-906864-04-1



本書評が掲載されている特集号でも議論されているように、制御工学（制御理論）は抽象化された学問領域であるため、机上の式展開や計算からだけでは、その本質を理解することは難しい。本書の対象読者と目的は、『一度は「制御工学」を学んだことがある人たちを対象とし、(中略) 倒立振り子などの実験装置を動かして、もう一度、実践的に「制御工学」を学び直すこと』である(括弧内は本文からの引用)。実践が謳われているものの、その理論的背景も本文や付録に詳細に記述されている。

本書が紹介する実験内容は PID 制御と現代制御が中心であるが、制御の周辺の信号処理やパラメータ同定についても記載されている。また、PID 制御を取ってみても、ON/OFF 制御から始まり、通常の P 制御・PD 制御・PID 制御や、微分先行型の P-D 制御・PI-D 制御、比例・微分先行型の I-PD 制御からモデルマッチングまで多彩な内容が扱われ、それらの効果が比較されている。制御工学に関する書籍は多数刊行されているが、本書のように制御工学の実験内容が網羅的に記されている書籍は少数であり貴重である。

本書のとおり実践的に制御工学を学ぶには、ソフトウェアとして MATLAB/Simulink (R2012a 以降, Student Version 可) およびいくつかのツールボックスを、ハードウェアとして LEGO MINDSTORMS NXT および追加パーツを必要とする。そのため、原則として、これらを揃えられる、もしくは既に保有している人が対象読者となる。ただし、そのような条件に当てはまらなくとも、身近にある実験装置を代用しての学習や、制御実験において必要とされる知識の習得に用いることができると思われる。

本書の第 1 章と第 2 章は、それぞれ導入と準備の章である。第 1 章では本書の目的と使用するハードウェア・ソフトウェアが、第 2 章では実験環境の準備方法が説明されている。

第 3 章から実践が始まる。第 3 章ではモータを実際に動かす、角度および角速度の時系列データを取得する方法が

述べられている。角速度は、ロータリエンコーダから得られる角度を差分近似することで取得する。この差分近似において、前進差分、後退差分、タステイン変換の三つの手法を理論的・実験的に比較しており、実践の初歩において躓きのないよう配慮されている。

第 4 章と第 5 章は、PID 制御系の設計に充てられている。第 4 章の前半では、モータ角の制御を目的として、ON/OFF 制御から始まり、通常の PID 制御のみならず微分先行型や比例・微分先行型の PID 制御について、その理論と効果がまとめられている。第 4 章の後半では、ライントレスカーの制御を目的として、ON/OFF 制御と P 制御を比較し、その効果を再確認している。第 5 章は、再びモータ角の制御を目的とするが、第 4 章と異なりモデルベース設計について説明されている。このモデルベース設計は制御対象のパラメータ同定から始まるが、中心差分近似による角速度の導出法や、角度のステップ応答の漸近線から時定数を求める方法など、誤差を低減し、より良いモデルを得るための手法が詳細に述べられている。その後、ジグラー・ニコルスのステップ応答法と、制御系の出力と規範モデルの出力を一致させるモデルマッチングについてまとめられている。

第 6 章と第 7 章は、回転型倒立振子を対象に、それぞれモデリングと状態方程式に基づく制御系の設計に充てられている。モデリングに際しては、まず非線形項を近似や無視するなどして振動応答の極値からパラメータ同定した後、非線形項を直接取り扱うことが可能な最小二乗法によりパラメータ同定を行うことで、より良いモデルが得られることが示されている。パラメータ同定において、誤差を低減する方法についても詳細に述べられているなどの配慮も与えられている。さいごに第 7 章で、極配置や最適レギュレータについてまとめられている。

制御理論の実践においては、制御の教科書には書かれていない、もしくは重要そうに書かれていない事項が制御性能の向上に大きな役割を果たすことがある。本書は、それらの事項についても詳細に説明されており、自らが企画・実施する初めての制御実験に取り組む前の必読書としてお勧めしたい。

なお本書の利用方法として、著者の想定している制御工学の実践的な学び直しのほかに、教育現場における実験カリキュラムへの参考利用が考えられる。教育現場において実験課題の新規作成・変更・追加を検討されている教育者にとっては、それぞれの実験装置や受講者の知識に適した実験内容を見つけられるのではないかとと思われる。

(弘前大学 岩谷 靖)