

MATLAB を用いた制御系設計演習

三重大学 工学部・工学研究科 技術部

高木優斗

takagi@robot.mach.mie-u.ac.jp

1. はじめに

MATLAB (MATrix LABoratory) は MathWorks 社が開発している数値解析ソフトウェアである。本ソフトウェアは行列計算やベクトル演算、グラフ化といった豊富なライブラリが実装されている。また MATLAB を基本モジュールとして画像や音響、通信システムなどの各種デジタル信号処理、制御系設計、最適化や統計処理などの各種分野に対して利便性の高い専門ツールである Toolbox が開発及び提供されている。このような特徴を有するソフトウェアであるため、産業界においても研究開発に広く利用されている。本学でも総合情報処理センターにてフローティングライセンス契約がなされており、学生及び教職員が利用可能となっている。総合工学科機械工学コースの3年次に開講されている「システム制御工学」では全15回の講義のうち、4回が MATLAB を用いた演習を行っている。本報告では、MATLAB Grader による制御系設計のオンライン演習方法について紹介する。

2. MATLAB を用いた演習内容

MATLAB を用いた制御系設計の演習を実施するにあたり、ソフトウェアの基本的な使用方法から実際に制御系を設計するための応用的な使用方法まで習得できるように内容を表1に示すように構成した。

表1 MATLAB を用いた演習の構成 (全4回)

第1回	第2回	第3回	第4回
MATLAB の概要	伝達関数モデル	グラフ表示 (応用)	ブロック線図の基礎
変数の作成	状態空間モデル	データ出力 (画面表示)	ブロック線図の簡単化
行列と配列の作成	ZPK モデル	ボード線図 (基礎)	PID 制御
ラインプロット作成	制御モデルの変換	ボード線図 (応用)	
棒グラフの作成	インパルス応答法	ゲイン・位相余裕	
行列の計算	ステップ応答法	ステップ応答の特性	
関数の使用方法			

まず、第1回の演習では MATLAB の基本的な操作方法の習得を目的として演習の内容を構成した。数値といった各種データを格納する変数の作成からグラフの表示方法、行列の演算といった初歩の内容となっている。第2回の演習では制御系の入出力特性を表現するモデル (伝達関数、状態空間、極・ゼロ点・ゲイン型) の定義と使用方法、制御系の時間応答を調べるための最も基本的な方法であるインパルス応答法とステップ応答法といった制御系設計に必要な基礎の内容となっている。また、第3回の演習では制御系の周波数応答を調べるボード線図の表示方法及びステップ応答の特性計算に関する内容を実施し、第4回ではブロック線図の書き方とフィードバック制御の最も基本的な PID 制御に関する演習とした。

新型コロナウイルス流行以前は本学の総合情報処理センターの演習室にて対面での演習を行っていたが、現在は MATLAB Grader を活用したオンライン演習を実施している。次に MATLAB Grader によるオンライン演習方法について述べる。

3. MATLAB Grader による制御系設計のオンライン演習

MATLAB Grader は図 1 に示すようなブラウザベースのプログラム編集環境であり、MATLAB をインストールすることなくコードを実行することが可能である。受講者はスクリプトを入力して実行することで動作を確認することが可能であり、コードに誤りがある場合にはエラーを適切にフィードバックすることができる。また作成したスクリプトを提出することでコース管理者が内容を確認することができる。コースの問題作成において、リッチテキストや画像、ハイパーリンク、LaTeX 記述による数式の記載が可能となっていることも特徴である。



図 1 MATLAB Grader によるオンライン演習 (第 1 回)

MATLAB Grader によるオンライン演習を実施するにあたり、まず全 4 回のコースを表 1 の内容構成に基づき作成した。授業時間内に演習が完了できるよう各コース 15 問程度の例題を作成した。また MATLAB Grader を受講者が利用するためには MathWorks アカウントを作成する必要があるため、「システム制御工学」の第 1 回目講義の際に登録手順を説明の上、事前に準備を行った。

オンライン演習は ZOOM による講義と MATLAB Grader によるスクリプト実行の形式とした。まずスライドを用いて使用方法やスクリプト等の解説を行い、解説後に受講者が各自でスクリプトの入力と実行した。MATLAB Grader では図 2 に示すように例題の解答について提出状況をリアルタイムに確認することが可能であるため、受講者の進捗状況を随時確認して演習を実施した。オンラインによる演習では教師が受講者の進捗を確認することが一般的に困難であるため、本機能は非常に有用である。



図 2 MATLAB Grader における例題の進捗状況確認

4. まとめ

本報告では数値解析ソフトウェアである MATLAB を用いた制御系設計演習について紹介した。オンラインで演習を実施するためブラウザベースで動作する MATLAB Grader を活用した。