



<https://interface.cqpub.co.jp/2209tb2/>
リストや参考文献はコチラから参照できます

角速度制御器を設計するための線形モデルを作る

藤原 大悟



図1 線形化マネージャーを開く

モデルベース制御系設計のため、第3章でドローンの数学モデルを作り、第5章で作った数学モデルに基づき、角速度制御器を自分で設計しました。ドローン評価キットSTEVAl-DRONE01 (STマイクロエレクトロニクス) のファームウェアには、姿勢制御器である角度制御器と角速度制御器が既に実装されていますが、角速度制御器の一部、ピッチ(縦)とロール(横)の角速度制御器を自分で設計したものに置き換えました。本章では、制御器設計用の線形モデルを作成します。

線形モデルの作成

前章で作ったドローンの数学モデルは、変数同士の積などの非線形な数式が含まれた非線形モデルです。これは、シミュレーションには便利ですが、制御器を設計する際には複雑かつ規模が大きすぎて使いづらいものです。そこで、必要な部分だけを切り出した小さなモデルを作ります。その際、数式に非線形性が含まれない線形モデルにしておくと、世の中に数ある線形制御理論を制御器設計に適用できて便利です。

● 非線形→線形への変換は Simulink Control Design で

非線形モデルから線形モデルを求める手順はおおまかに、最初にトリム飛行状態を決め、次に各変数のトリム値を求めておき、その後、トリム値近傍で非線形関数を線形関数へ近似するとなります。これを数式レベルで手作業にて行うのがお勧めですが、複雑・大規模な非線形モデルでは手作業が煩雑なので、今回は

MATLAB, Simulinkによって自動で行う方法を説明します。使用するツールボックスは、Simulink Control Designです (Simulink Control Designを使う際は、Control System Toolboxも必要)^{注1}。これを使うと、トリム値を求める作業と、モデルを線形化する作業を、Simulinkに任せることができます。

● 線形化の手順

具体的な手順を説明します。作業用フォルダは1_sysidです。まず、MATLAB上でsim_param.mを実行し、モデル・パラメータの変数をワークスペース上に作ります。次にコマンド・ウィンドウにてsel_gtcalc=2 [Enter]と打ち込んでから、sim_model.slxを開き、Simulinkエディタを表示させます。リボンの「アプリ」タブ内にある「線形化マネージャー」をクリックします(図1)。すると、リボンに新たに「線形化」タブが現れるので、これをクリックします。

● 入出力信号の設定

ここからは、線形モデルの入力信号と出力信号を設定していきます。なお、sim_model.slxでは、以下で説明する入力信号と出力信号の設定を行ってあるので、改めて読者が行う必要はありません。Drone modelサブシステムの1番目の入力信号をマウスで左クリックして選択状態にし、リボンの「開ループの入力」をクリックします。すると、信号線の上に「x ↓」の記号が表示されます(図2)。ここで開ループとは、信号を切るという意味です。Multiport Switch (dlt 1) から左にあるブロックから信号が入ってこないようにします。これによって制御器を含まない、ドローンのみの数学モデルが得られます。

注1: Simulink Control Design, Control System Toolboxのライセンスも今回付属しますが、MATLAB Onlineでは動作しないため、本章の記事を試す際にはMATLABインストール版を利用してください。Simulink Control Design, Control System Toolboxはアドオンの入手から検索してインストールしてください。