



<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

角速度制御器の設計

藤原 大悟

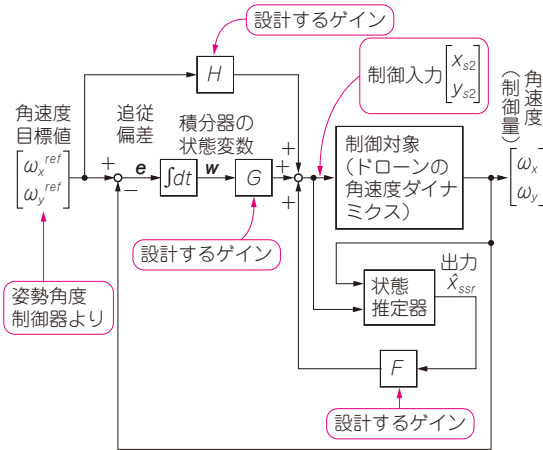


図1 積分型最適サーボ系による角速度制御系のブロック線図

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す。

前章では、制御器設計用の線形モデルの作成を行いました。本章では、縦横角速度制御器の設計からシミュレーションによる性能の確認まで、制御系設計の一連の作業の流れを解説します。

縦横角速度制御器の設計

設計手法には、状態フィードバック制御の1つである積分型最適サーボ系を用います⁽¹⁾。図1のようなブロック線図で表され、ゲイン行列である F 、 G 、 H を設計します。引き続き、designarc.m を用いて手順を説明します。本章では設計の一連の流れを説明するため、重要な部分に絞って解説します。より詳しい内容を知りたい場合は、本誌2020年3月号 第2部 第8章を参照してください。なお、本章の式番号は、本誌2020年3月号 第2部 第8章の式番号に合わせてい

ます。本誌2020年3月号 第2部 第8章の記事は、次のウェブ・ページから閲覧できます。

<https://interface.cqpub.co.jp/2209tb2/>

● 積分器を低次元化モデルに組み合わせ、拡大する

図1の $\int dt$ で表される積分器を低次元化モデルに組み合わせ、拡大します。積分器は制御器の一部ですが、設計時はモデルの方に含めます。これを拡大系と呼びます。さらに、目標値に追従しているときに状態変数が0になるように式を書き換えます。このような系を誤差システムと呼びます。

● 行列を作る

本誌2020年3月号 第2部 第8章の式(32)、式(33)の行列を作る作業を、designarc.mの32～33行目で行っています。32行目の行列を表す角括弧[]の中にあるセミコロン;は、行列を改行することを意味します。32～33行目で使っている関数zeros()は、引数で指示された行数と列数をもつゼロ行列を作ります。

41～43行目では、設計パラメータである重み行列 Q_1 、 Q_2 、 R を作ります。

46～47行目では、式(42)のRiccati方程式を解き、その解 P を変数 Pa へ代入します。

$$A_a = \begin{bmatrix} A_{ssr} & 0 \\ -C_{ssr} & 0 \end{bmatrix} \dots\dots\dots (32)$$

$$B_a = \begin{bmatrix} B_{ssr} \\ 0 \end{bmatrix} \dots\dots\dots (33)$$

$$A_a^T P + P A_a - P B_a R^{-1} B_a^T P + \begin{bmatrix} C_{ssr}^T Q_1 C_{ssr} & 0 \\ 0 & Q_2 \end{bmatrix} = 0 \dots\dots\dots (42)$$

48～50行目では Pa を式(43)のように分解します。

$$P = \begin{bmatrix} P_{11} & P_{12} \\ P_{12}^T & P_{22} \end{bmatrix} \dots\dots\dots (43)$$

51～54行目では、式(39)～式(41)の計算を行ってゲイン行列を求め、その結果を変数 Fa 、 Ga 、 Ha へ代入します。