

シンプル倒立振子で理解するPID制御

仁野 新一

● PID制御を感覚的に理解する

本稿ではモータのPID制御について、運動方程式による説明ではなく、実機のパラメータを変えながら直感的なイメージでPID制御を理解することを目指します。モータの特性がよく分からない状態からスタートして、実際に動かしながら所望の制御にたどり着くイメージです。PID制御には挙動を変える複数のパラメータがあります。どのパラメータを変えるとどのように挙動が変わるかをつかむために、倒立振子(写真1)のパラメータ調整を行います。

▶理論的な制御設計も重要

何か動くものを制御する場合、対象の物理的な性質をモデル化し、それを元に計算式を立てて設計するのが王道です。モデル化することを同定とも言います。データシートやメカ部品の設計データがそろっている場合は、それを元に同定できます。

今回は制御の細部までは踏み込まず、ある程度ブラック・ボックスとして扱います。倒立振子の挙動を通して制御の全体像を把握することを目的とします。

ただし、経験則や試行錯誤しながら制御設計する場合でも、理論を知っていることは大切です。

● M5StickCとRCサーボで作る

できれば精度の良いセンサと、リニアに使える(線形な特性を持つ)モータが欲しくなりますが、それらは高価です。本稿では安価なデバイスを使い、そのソフトウェアで頑張ってなんとかします。

PID制御を直感的に理解する

● PID制御の構成要素

マイコンなどでよく使われるPID制御は次の3つの要素から構成されます。

- P (比例) 制御
誤差の大きさに比例した制御量を決める。
- I (積分) 制御
時間とともに積算された誤差を補正する。
- D (微分) 制御

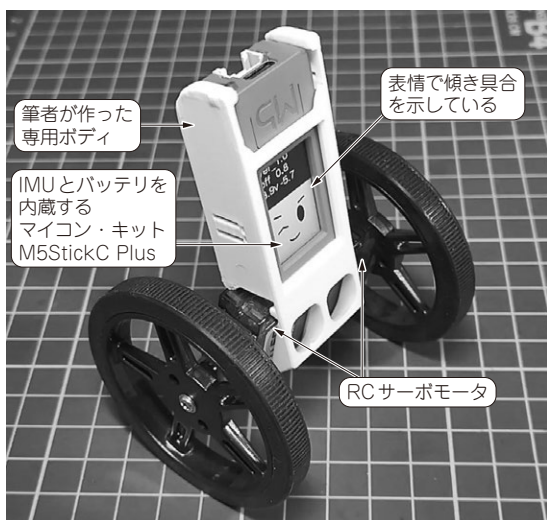


写真1 本稿で作るマイコン・キットとRCサーボで構成する倒立振子

バッテリーとセンサはマイコン・キットに内蔵されている

誤差の変化速度を基に予測的に補正する。

誤差とは、位置の制御で考えると目標地点と現在地点との差です。制御量とはモータに対する指令と考えてください。PID制御は、シンプルな数式で構成されていて、目標値(設定値)と現在値の誤差をもとに、3つの要素を組み合わせて補正を行う制御方法です。

● 人は無意識にPID制御している

PID制御は難しい数式を使わなければ説明できない技術ではありません。人が直感的に行っている動作と非常に似ています。人は運動方程式を知らなくても、PID制御要素を含む操作を自然に、直感的に実践しています。

▶日常動作とPID制御の関係

例えば、箱を床の上を滑らせて動かすとき、狙った場所で止めるために、PID制御相当のことを行っています。

目標位置と距離が十分離れていれば、箱を力いっぱい押すでしょう。目標位置に近づいたら軽く押して様