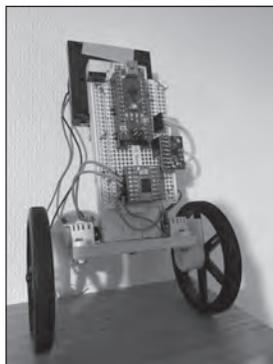


新連載



理論を現実の倒立振子に落とし込むまでを徹底解説

思い通りに動かす！ ロボット現代制御の理論と実装

第1回 現代制御を使う理由

藤森 高人 Takahito Fujimori

本連載では、倒立振子(タイトル写真)を例に、ロボットで必要になってくる「現代制御」がどのようなものなのか、理論上の数式とセンサ/モータの値をどのように関連づけるのか、実際のロボット(倒立振子)を作りながら解説します。

▶ロボット製作では避けて通れない理論と実物のすりあわせの考え方を解説する

倒立振子はメカトロニクス制御の定番ですが、自分で一から作ると、難易度が高い工作です。理論はわかったつもりでも、実際に作ったら驚くほど苦労した…、という筆者の体験から、理論(モデル)と実物をすりあわせていく方法の一例を紹介します。

▶連載の流れ

大まかに次の流れで連載を進める予定です。

1. 理論
2. 理論と現実のつなぎ
3. 製作準備
4. 製作&調整

今回は理論編の前編にあたります。PID制御などの古典制御と現代制御の違いは何なのか、現代制御とはどのような理論なのかを解説します。〈編集部〉

「現代制御」とはどのようなものか

現代制御というなじみのない言葉に親んでもらうために、まずは制御とは何かについて話していきます。そして現代制御のありがたみを伝え、これを導入とすることにします。

「制御」とは「対象を目的の状態にするための操作」のことです。これは僕らが普段、無意識にやっていることです。例えば車を目的の速度まで加速させたいとき、あなたはアクセルを強く踏むでしょう。しかし、目的の速度に近づいたら弱めに踏んで速度を維持します。渋滞が見えたらゆっくりと速度を落とし、渋滞を抜ければ再び速度を上げていくでしょう。これは、まさにあなたが車の速度という対象を目的速度という状態にしていることにほかなりません。

◆参考文献◆

[現代制御]

(1) 佐藤 和也, 下本 陽一, 熊澤 典良: はじめての現代制御理論, 2012年, 講談社.

ほかの例として子供の頃によくやった「ホウキを手のひらに立てる遊び」が挙げられます。あなたが目や手のひらの感覚を頼りにホウキという対象を手を前後に移動させて立った状態にする…これが制御であり、その学問体系が「制御工学」です。

制御工学には大きく4つの理論体系があり、そのうちの1つが本稿で紹介する現代制御です。そこでまずは、現代制御が現れてきた歴史的な経緯を述べていきます。

先ほどの車のアクセルの例はPID制御というよく知られた制御方法で、それは古典制御という理論体系に属します。古典制御の詳しい説明は省きますが、大きな特徴は「外部記述」な制御方法であるということです。外部記述とはなんのでしょうか？

ここで、車のアクセルの例(PID制御)を振り返ると、アクセルの踏み具合はすべて目標速度との差(=偏差)を元に決められていることがわかります。

● 古典制御の典型例…PID制御

偏差があるからアクセルを強く踏み(P: 偏差に比例した入力)、偏差が小さくなってきたから緩く踏んで目標速度に近づき(I: 偏差の積分を入力)、偏差の急激な変化に合わせて踏み方を変える(D: 偏差の微分を入力)という制御です(図1)。

「アクセルの踏み具合」を「入力」という言葉に置き換えてみれば、上の例は偏差が入力を決めていたことになります。もっと言えば、入っていくもの、出ていくもの(いまの例では入力と偏差)だけに着目しています。これが外部記述ということですから、そして古典制御理論は、この外部記述性を軸につくられた理論体系です。非常に直感的でわかりやすく、世の中の電化製品や工場、医療などにも取り入れられています。

しかしそれも万能ではありません。欠点は大きく2つです。

1つ目はまさしくその外部記述性です。外部記述性は悪く言えばブラックボックス性です。入っていくものと出ていくもの間は見えません。トンネルのよう