

第1節

2輪で直立静止!
月着陸船アポロの子を作る

● 倒立振り子を狙って立たせる

本特集の最終的な目的は、「カルマン・フィルタ」のアルゴリズムを理解することです。まずは実験ということで、カルマン・フィルタを搭載した「倒立振り子(とうりつしんし)」(inverted pendulum)というロボットを作ることから始めましょう(写真1)。

これから作る倒立振り子は、「車輪型倒立振り子」(wheeled inverted pendulum)と呼ばれるものです。2個の車輪だけで直立し、バランスをとり続けるような動作をします。車輪型倒立振り子は、2足歩行ロボットの原型であるとも言われています。

● ロボットを作りながら理論を体感する

この倒立振り子の制御には、「現代制御理論」や「カルマン・フィルタ」が応用されています。また、ロボットを設計・開発するための土台として、「微分・積分」、「線形代数」、「確率・統計」、「力学」、「電気回路理論」といった数学や物理学も欠かせません。本章では実際に倒立振り子を作成しながら、これらの理論がロ

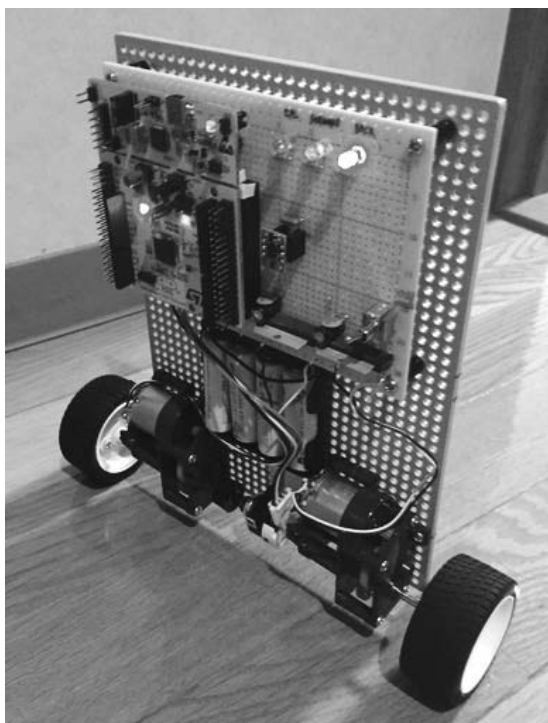


写真1 これから製作する「2輪倒立振り子」
2つの車輪で直立し、バランスを取り続けるような動作をする

ボット開発の現場でどのように活用されているのかを見ていきます。倒立振り子を設計・製作する一連の流れをたどれば、ロボット制御のための基本的な考え方をひとつおぼろげにマスターすることができます。

● 特集全体の流れ

図1に、この特集全体の流れを示します。まずは第1章で「倒立振り子」を作りながら、ロボットの設計・開発のプロセスを概観します。その後、倒立振り子を立たせるために必要となる理論を1つ1つ解説していきます。

第2章では、あらゆる理工学の根底を支える「微分・積分」と「線形代数」を扱います。第3章では、物体の動きを記述する理論である「力学」と「解析力学」を解説します。第4章では、複雑なロボットの制御に用いられる「現代制御理論」について説明します。現代制御理論は、カルマン・フィルタの下地になっている理論でもあります。第5章では、不確定な情報を扱ったり大量のデータを処理したりするための強力な道具である「確率・統計」の考え方を説明します。最後に第6章で、ここまでの内容を総動員して「カルマン・フィルタ」のアルゴリズムを導出します。カルマン・フィルタは、いわゆる人工知能の動作にもよく似た「最大事後確率推定」を行う信号処理アルゴリズムの一種です。

本特集の理論解説を読んだ後に、再び自作の倒立振り子の挙動を見てみてください。「理論とは、ここまで強力なものなのか!」と思うはずですよ。

● 本章の流れ

本章の流れを図2に示します。最初に、カルマン・フィルタの要素技術を盛り込んだ「傾斜計」(inclinometer)を作ります。傾斜計は、加速度センサとジャイロ・センサを組み合わせることで自分自身の傾斜角

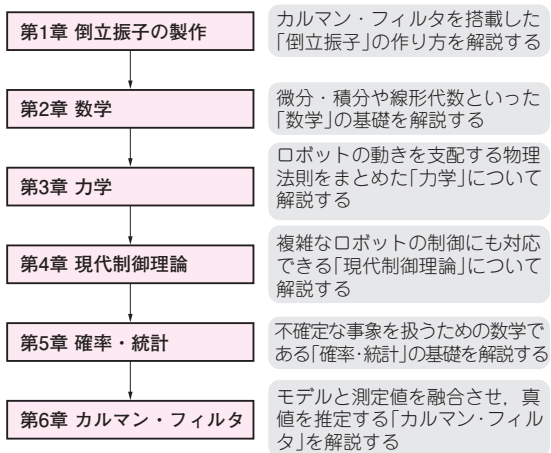


図1 特集全体の流れ
最初に倒立振り子を作る。続いて、そこに使われている理論をじっくり解説する

【セミナー案内】[実習セミナー] [講師実演] 実習・はじめてのブラシレス・モータの制御プログラミング——ブラシレス・モータを「RX62T搭載低電圧モータ制御評価システム」でベクトル制御
【講師】 藤澤 幸穂 氏、伊藤 佳樹 氏、6/19(水) 22,000円(税込み) <https://seminar.cqpub.co.jp/>