

本誌のご購入はこちら



第6章 回転するメカ部品をバーチャル・マシンに投入！

ブラシ付きDCモータのモデリング

山本 健司 Kenji Yamamoto

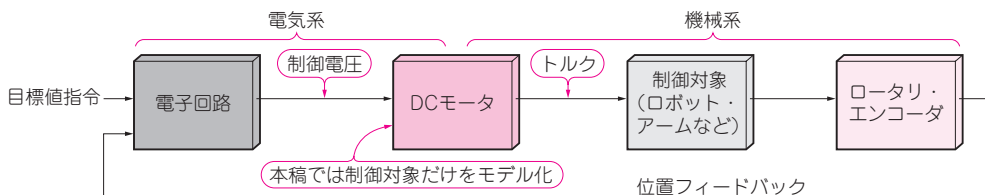


図1 モータを含む制御システムを作るときは電気系と機械系の両方を考える
本稿ではDCモータをモデル化する方法を紹介する。電子回路は制御電圧をモータに与える。モータは流れる電流に比例したトルクを発生する。機械系は負荷トルクをモータに与える。結果として得られた位置情報を電子回路が検出して、モータ電圧を制御する

本稿では、ブラシ付きDCモータのモデルの作り方を解説します。本モデルをインバータや制御回路と接続すれば、機械系の応答も含めたシミュレーションができるようになります。回路側では制御をかけたときに、過大な電圧や電流が発生しないかどうかをチェックできます。

● ブラシ付きDCモータとは

世の中で一番出荷量が多いモータは、ブラシ付きDCモータです。

ブラシ付きDCモータは、端子が2つあり、そこに電池のような直流電源をつなぐと回転を始め、電源接続をひっくりかえすと、回転方向が逆転するタイプのモータで、電子工作などでも定番です。

モータによる駆動回路を作るには、電気回路とメカ部品の両方を考えます。それぞれの解析方法を求めてから、組み合わせて、モータの制御解析を行います。

● モータの応答速度を考慮する

ロボット駆動回路や実験装置を開発するとき、機械的構造を動かすためモータを利用します。

ロボットを動かすときには、ロータリ・エンコーダなどの位置センサを使って、腕や足の機械的情報をフィードバック制御します(図1)。これらのセンサ類の応答速度は、機械系の応答速度と比較して速いので、発振を抑制した上で、応答速度や精度などを最適化する制御システム設計では、ほとんどのケースで正しく動作します。

モータの等価回路は、回転速度に比例する起電圧を含む等価回路です。電子回路から見ると大変遅い制御

対象となります。このため、制御システム設計ではモータの応答速度を織り込んだ検討が必要です。

● モータと負荷を含んだモデルがあればLTspiceで適切な係数を求めることができる

負荷の変動(負荷トルク変動)に対してなるべく回転速度の変化を少なくしたい場合、ロータリ・エンコーダからの回転速度情報を指令値と比較して、電子回路でモータに加える電圧を制御します。回転速度が低下したら、電圧を上げる設計をします。

電子回路では、PIDでモータを制御することが多いです。PIDの3つの係数、Proportional(比例)、Integral(積分)、Differential(微分)を適切に設定しないと、希望通りの時間で負荷変動に応答できなかったり、系が発振してモータや負荷から騒音や振動が発生することがあります。そのため、実際の負荷を接続してから、できるだけ良好な応答を得るために、PID制御の係数を調整します。

あらかじめ負荷とモータを含んだモデルがあれば、シミュレーションで適切な係数を求めることができます。調整が必要だったとしても微調整で済みます。

■ 準備

● 電気回路の解析

図2は、DCブラシ付きモータに電源を接続したときの等価回路です。モータに電源をつないだとき、外部からは電機子*1電流とモータ出力軸の回転が観測

*1: トルクを発生させるための電機要素のことで、DCブラシ付きモータではモータの軸と一体になって回転する回転子であることが多い