

汎用タイマ(GPT), A-Dコンバータ, イベント・リンク・コントローラなどマイコンの各機能をうまく使う

ステップ②…180°通電制御プログラム実装

ご購入はこちら

藤澤 幸穂

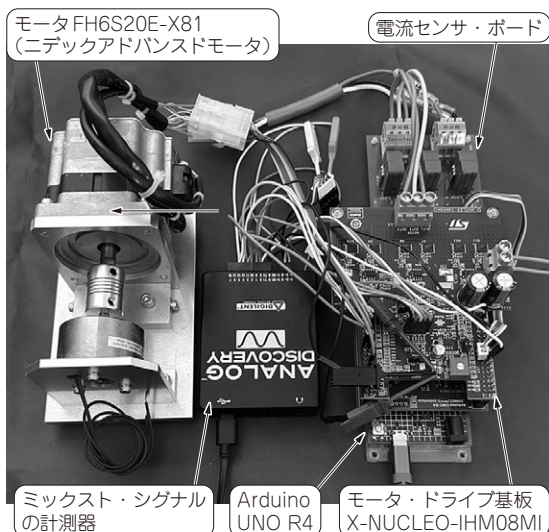


写真1 本章でやること…180°通電制御プログラムを実装する
写真は180°通電の実験を行っている様子

本章では180°通電を用いたモータ制御のベクトル制御理論と実装について解説します。

180°の正弦波による通電制御では、ノンベクトル制御とベクトル制御の2通りがあります。一般にはベクトル制御の方がエネルギー効率が良いので、ここでもベクトル制御についてその実装方法を説明します。

また、PWM制御における通電タイミングの最適化や、制御周期の調整がトルク波形に与える影響を検討します。特に、トルク/電流/速度制御の各制御ループの優先順位や関係性に着目し、実験によって評価を行います。実験の様子を写真1に示します。

一般的なベクトル制御の考え方

●ベクトル制御で制御するのは「回転速度」と「電流」の2つ

1つは回転速度の制御で、もう1つは dq 軸の電流制御です。

q 軸電流は回転速度となるトルクの発生量となりま

す。多すぎたら間引きすることもあります。通常はPWMのパルスごとに制御します。これに対して回転速度は、何をどう動かすかやモータの負荷の慣性モーメントにもよりますが、ms単位でも十分なことが多いです。

従って、制御周期は電流制御が一番速く、パルスごとに行います。その次は速度制御で、ms単位で行います。もし位置制御を加えるなら、数十ms単位でも問題ないかもしれません。もちろんアプリケーションによりませんが、有限のマイコン・リソースをどのように割り当てるかは優先順位があり、論理式を実装する際に注意したいところでもあります。

●ベクトル制御の基本的な流れ

図1に表面磁石型モータの一般的なベクトル制御の構成を示します。指令値とセンサからの現在値の差をモータのモデル式を用いて制御します。目標値は角速度でもトルク電流でも構いません。角速度の目標値は ω^* ですが、トルク電流 i_q^* でも構いません。目標値の i_d^* は表面磁石型(SPM)では0の場合が多いので、図1では0としています。現在値の角速度は ω 、電流は i_q と i_d です。

●非干渉制御と制御ループの処理

電流センサは3相→2軸(dq)へ変換して目標電流との間で電流のPI制御を実行し、さらに係数を用いて V_d 、 V_q の指令値へと変換します。このときに V_d の式に i_q が、 V_q の式に i_d が干渉しているので、計測したモータ・モデルの定数を用いて打ち消す非干渉制御を行います。非干渉制御を含み演算した結果の V_d^* 、 V_q^* の指令値とします。最後に V_d^* 、 V_q^* を現在のロータ位置から3相の座標に逆変換して、PWMのデューティへ変換して出力という順番です。

相電流とロータ位置の検出からPWMの出力変更までの一連の動作はパルスごとに行いますが、PWMのキャリア周波数と回転速度に開きがある場合は間引いても構いません。今回の例では100 μ s単位で回しています。角速度の制御は1msなどの周期で行うので制