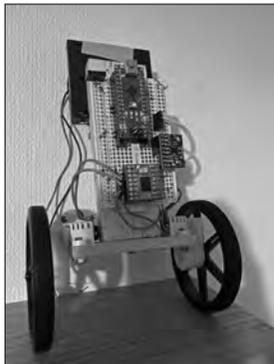


連載



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4回 エンコーダとジャイロから
モータと車体の状態量を取得する

藤森 嵩人 Takahito Fujimori

● 今回の内容…倒立振子の位置を決め系を構成する
倒立振子を図1のようにモデル化し、状態量ベクトル x を考え、状態方程式を作りました(第1回、第2回参照)。

$$x(t) = \begin{bmatrix} \theta(t) \\ \phi(t) \\ \dot{\theta}(t) \\ \dot{\phi}(t) \end{bmatrix}$$

$$\dot{x}(t) = Ax(t) + Bu(t), \quad A \text{ と } B \text{ は求めた}$$

ここで、以下の式を満たせると、倒立振子は制御可能になります。

$$u(t) = \ddot{\theta}(t)$$

そこで、前回は以下の2つを目標としました。

【前回の目標1】 状態量 $\theta(t)$ 、 $\phi(t)$ 、 $\dot{\theta}(t)$ 、 $\dot{\phi}(t)$ を取得する

【前回の目標2】 $u(t) = \ddot{\theta}(t)$ とする

この2つの目標を実際の倒立振子にセンサを取り付けて実現していくと、自在に制御できる倒立振子が作れます。

今回の目標は以下の2つとします。

【目標1】 状態量ベクトル x に含まれる4つの状態量すべてを実際に取得する

【目標2】 位置決め系を構成する

目標1は、前回の目標1そのものですが、目標2は違います。「 $u(t) = \ddot{\theta}(t)$ にする」という目標を実現するのは意外と難しいので、まずは $\theta(t)$ を任意の値にもっていく位置決め系を構成するところまで説明します。

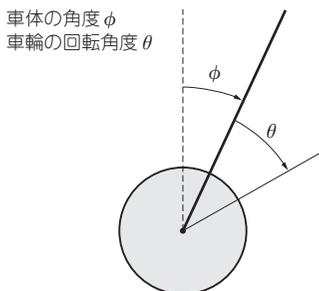


図1 モデル化したロボット(倒立振子)

今回以降、ArduinoのC/C++プログラミングが入ってきますが、なるべく、どのプログラミング言語でも通じるように普遍的に解説していきます。

ロボット制御実験に必要なもの

今回のロボット(倒立振子)制御実験に必要なものを以下に示します。

- マイコン基板
- パソコン
- マイコン開発環境
- パソコンとマイコン基板をつなぐケーブル
- 加速度&角速度センサ
- ロータリ・エンコーダ
- モータ(ギア付き)
- モータ・ドライバ
- 配線(ジャンプ・ワイヤ)
- ブレッドボード

ブレッドボード必須ではないのですが、回路を試すには便利なので、お薦めします。

本稿の目的は、ゼロから好きなロボットを作り上げられる一助になることが目的なので、なるべく特定の製品に依存した話を避けて一般的な解説にします。参考に僕が使用した環境や採用パーツを表1に示します。

ロータリ・エンコーダからモータの状態量 θ 、 $\dot{\theta}$ を取得する

● ロータリ・エンコーダとマイコンをつなぐ

図1のモデルでの車輪角度 θ の取得には、モータ・シャフトに付けたエンコーダでシャフト角転角を測り、ギア比のぶん係数をかけて得ます。

角度 θ 、角速度 $\dot{\theta}$ を取得するための回路を図2に示します。エッセンスは以下の2点です。

- エンコーダとマイコンの間で電源とGNDを共有している
- エンコーダのA、BがArduino NanoのD2、D3につながっている