



第11章 ポール・スラローム・ロボットの製作を通して理解する 光センサ・インターフェースとPWM制御を使ったモータ駆動のテクニック

◆開発環境 Cコンパイラ(AKI-H8/3664
マイコン・ボード付属品, 入手先: 秋月電子通商)

山名 宏治
Koji Yamana

本章では、並べられたボールの間を縫って走行するポール・スラローム・ロボットを製作します。

写真1(カラー写真は、p.108参照)は、動作中の連続写真から作成した合成画像で、右下から左上の方向に移動しているところです。足回りのメカ部分は、タカラのデジQ(写真2)を使いました。

ポールを検出する方法

ポールを検出するセンサには、赤外線を使うほうが外光の影響を抑えることができます。見た目の楽しさや動作のわかりやすさを優先するために、オレンジ色の可視光を使いました。ここでは、超高輝度LED TLOH180Pとフォト・トランジスタ TPS601Aを対にして使用します。

ボールの有無は、LEDの光をポールに当て、乱反射して戻ってくる光の量をフォト・トランジスタで検出します。使用したLEDの指向角の半値角は8°とかなり狭いので、フォト・トランジスタも指向性の強いものにしました。

LEDは点灯と消灯を高速で繰り返し、点灯時と消灯時の光の量の差分が、ポールに当たって戻ってくる光の量としました。この差分は、ポールまでの距離が

近いほど大きくなり、対象物を限定すれば距離も測定できます。ただし、数ミリという近距離では、LEDとフォト・トランジスタの中心点がずれていることによって戻り光は減少します。

スラローム走行のアルゴリズム

● ポールを検出したら旋回方向を切り替える
基本的なアルゴリズムは、左右のセンサでポールを検出するたびに旋回方向を切り替えるという単純なものです。ここでは、写真1を使って説明します。

手前から①番目と②番目は左回りの旋回で、旋回の外側、つまり進行方向右側のLEDが点灯しています(以後“左”“右”は同様の意味で使う)。

点灯しているセンサがアクティブな状態であり、②番目でポールに光が当たりここで旋回方向を切り替えます。③番目は右回りの旋回で、左側のLEDが点灯しています。

次にポールに光が当たる場面はコマ落ちしていますが、④番目は右側のセンサが点灯して左回りに切り替わっています。⑤番目は1番目に近い状態に戻った形であり、この繰り返りでポールを縫って走行します。

● デフォルトは終端ポールで停止
終端ポールに達したとき、次のポールを検出するま

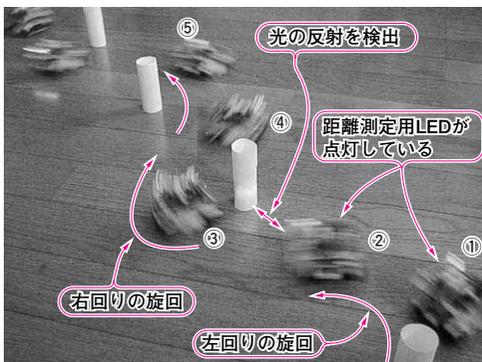


写真1 連続写真から作成した合成画像
1コマの時間間隔は0.4秒



写真2 デジQ

で旋回を継続すると、次のポールが一つ前のポールになり、**図1**のように折り返してくるようになります。もっとも、**図1**のようにきれいな旋回には条件があり、現実のロボットではなかなかそうはいきません。

デジQのメカは、ギア比が低いうえに重量もあるので、確実性の高い低速走行というわけにはいきませんし、折り返し動作の完成度を上げるとなると難問になりそうです。

今回は、**終端ポールを検出したところで停止**することにして、スタート操作のオプションとして1往復やエンドレス動作も選べるようにしました。

● ポールとの距離に応じて旋回半径を変える

前述したアルゴリズムを利用し、一定の旋回半径で動作させるだけでもポールを縫って走行することができます。しかし、ポール間の中央近辺に移動する作用はほとんどないため、ずれると修正が効きにくく、ポール間隔はほぼ一定に制限されます。

図2(a)は標準的な旋回、**(b)**は小さい旋回、**(c)**は大きい旋回で、このようにロボットの旋回スタート時の位置に応じて旋回半径が変われば、次のポールとの間の中央あたりにロボットを到達させることができます。

すなわち、**旋回切り替え時に検出するポール(図の中央のポール)との距離に応じて旋回半径を変えれば良い**ことになります。

ここでは、あまり複雑な制御を行うと状態が把握で

きず、調整作業が煩雑になるので、検出した距離を近距離、標準距離、遠距離の三つに分類して、それぞれの旋回半径を設定することにしました。

ハードウェアの設計

ポール・スラローム・ロボットの回路図を**図3**に示します。

● センサ回路

D₁とD₂がセンサ用LED、Tr₁とTr₂が受光用フォト・トランジスタです。受光量はA-D変換します。フォト・トランジスタは、感度にばらつきが見られるので、余分に購入してテストすることを推奨します。

H8/3694FのA-Dコンバータで測定精度を得るためには、接続回路、ここではセンサの**出力インピーダンスが5kΩ以下**という制約があります。そこで、Tr₃

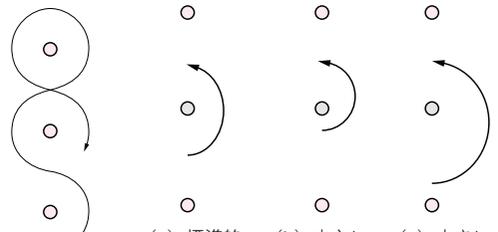


図1 終端ポールでの折り返し

図2 三つの旋回半径
(a) 標準的な旋回 (b) 小さい旋回 (c) 大きい旋回

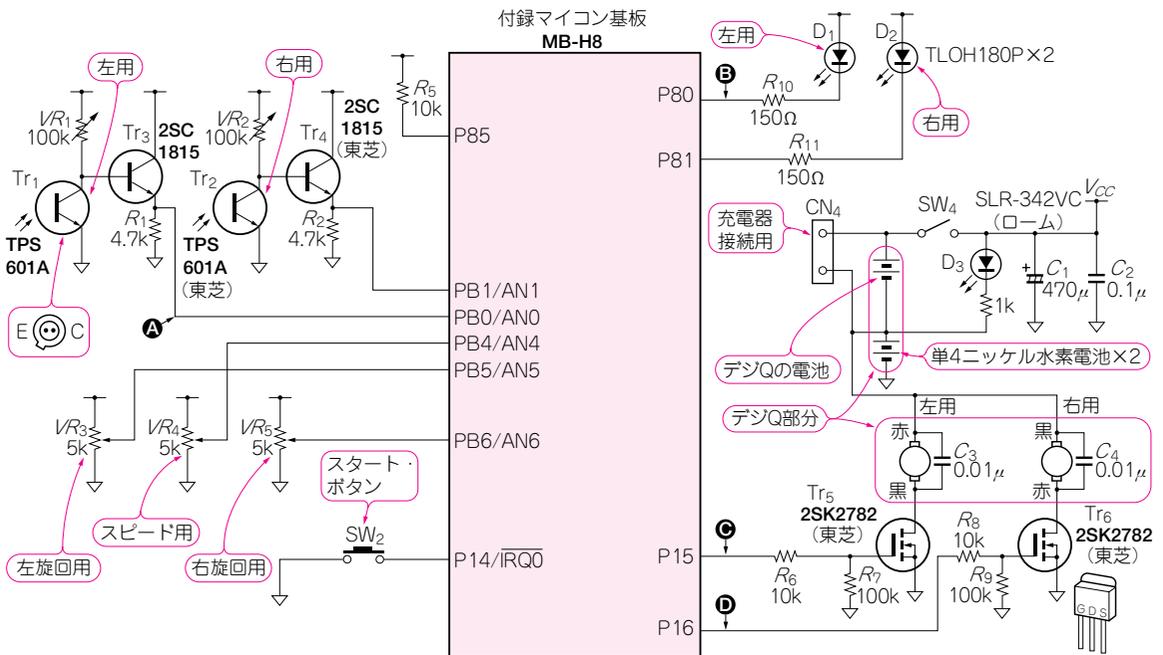


図3 ポール・スラローム・ロボットの回路図