



ROBODESIGNER
RDS-X01:Platform

Application book

ライントレース用ロボット製作のヒント

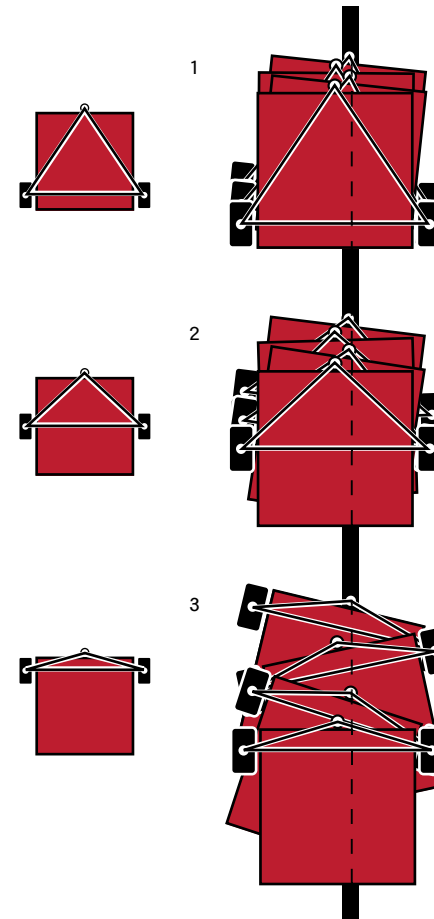
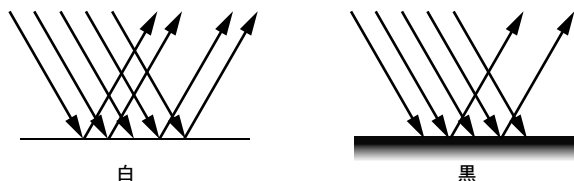
赤外線センサの位置

ロボットのライトレース競技では、白地の床に黒いライン（または、黒地に白いライン）のコースを使います。床面の明るさの差をセンサで検出して、線にそって走るようにプログラムします。

RDS-X01 では赤外線発光 LED を追加してアクティブ化したアナログ赤外線センサを使用します。取り付けした LED から床に向けて赤外線を照射して、反射してくる赤外線の量を電圧変化として計測します。LED の取り付け方はインストラクション・ブックの P41 を参照してください。

赤外線の反射量は、赤外線センサの床面からの高さ（距離）を一定とした場合、白と黒それぞれの色の赤外線の反射率／吸収率の差で変化します。当然、赤外線の量は距離によっても変化します。正しいデータを計測するためには、赤外線量が色の変化のみを反映する条件を作らなければなりません。一つの方法として、センサを取り付ける高さをいつも一定に決めておくことで過去のデータが活かしやすくなるでしょう。たとえばセンサの出力電圧が床の白い場所で約 4 V 程度、黒い場所で約 2 V 程度出力される高さを目安としてみましょう。

色による赤外線反射量



まずは適当な高さでセンサを取り付けてみましょう。計測を繰り返しながら最適な高さに調整していきます。

センサとタイヤの位置関係

センサの取り付けで調整しなければならないのは高さではありません。ロボットを上からみた場合のセンサの取り付け位置とタイヤの接地点にも重要な関係があります。

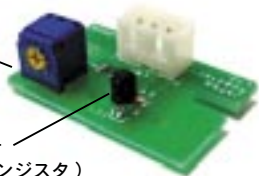
センサの位置が車軸に近づくほど、ロボットが姿勢を変えてライン上にセンサを戻す時の動作が大きくなります。距離が遠くなると少ない回転動作でセンサの位置が元に戻ります。

トレースするラインは、直線や緩やかな曲線とは限りません。直角なコーナーや U 字の場合もあります。目的を達成するために最適な位置関係を探してみましょう。

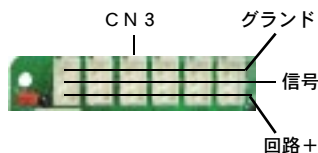
感度調整用
半固定抵抗 (VR)



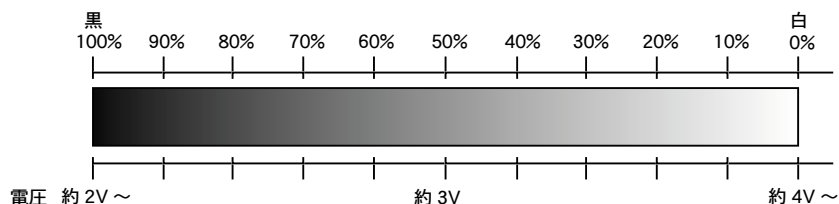
光起電力素子
(フォトトランジスタ)



各ポートの回路電圧及び信号電圧の測定



$$y = \frac{4(V) \times 255}{5(V)} = 204$$



赤外線センサの調整

VR (感度調整用半固定抵抗のボリューム) の感度を最大 (左にいっぱい回した位置) にして、まず回路電圧を測定します。回路電圧は約 5V になります。次に床の黒い所でセンサ出力電圧を測定します。この時、電圧が 4V 前後あれば、受光素子が飽和状態にありますので、VR を徐々に絞りに (右に回す)、電圧が 2V 程度になる位置に調整します。次に床の白い所で出力電圧を測定し、電圧が約 4V 出力されていることを確認します。電圧が測定しづらい場合は、モータ M1、M2 のリード線をコネクタから外して下さい。

出力電圧が白で約 4V、黒で約 2V の条件で黒か白かを判別する「しきい値」を求めてみます。赤外線センサはアナログなので $2V \sim 2.1V \sim 2.2V \sim 4V$ のように連続した電圧を出力しますが、 xV より大きい場合を白と判断し、 xV より小さい場合を黒と判断することにしましょう ($4V > xV > 2V$)。回路電圧の 5V を 255、0V を 0 としたとき、白の 4V は「204」、黒の 2V は「102」になります。 $xV = y$ とすると「しきい値」にできる数値は「 $204 > y > 102$ 」となります。

プログラム例

アナログポート入力タイルに条件分岐の「しきい値」200 を入力します。分岐後の動作は、200 以下 (黒) なら M1 (左) モータを 0.1 秒間前進、0.1 秒間ストップを繰り返します。200 以下ではない (白) なら、M2 (右) モータを 0.1 秒間前進、0.1 秒間ストップを繰り返します (0.2 秒おきにセンサの出力電圧をコントローラが読み取り、条件判断を行うように設定されています)。



このプログラムでラインレースを行った場合、ラインの右側・左側どちらの境界線をトレースしているでしょうか？ また、左右を入れ替えるにはどうすればよいかも考えてみましょう。

ラインレースのプログラムの方法は、この方法だけとは限りません。たとえばセンサが 1 つではない場合、それぞれの役割やプログラムの条件分岐はどうなるでしょうか？ しかし「白と判断したとき、黒と判断したとき、どのように動作させるか？」という基本は変わりません。いろいろなプログラムを試してみましょう。

これらの設定は調整を行う環境に影響されます。周囲の光の条件に差があると白と黒の電圧も上下する場合があります。いろいろな光の環境で「白の最低電圧、黒の最高電圧の間のしきい値」を探しておく役立つでしょう。

色による条件分岐

コースの条件がラインの白黒だけでなく色の違いも使っている場合はどうでしょうか？たとえばロボカップジュニアレスキューでは、コースの途中に配置された人型のマークを発見しなければなりません。このマークには緑と銀の2色があります。

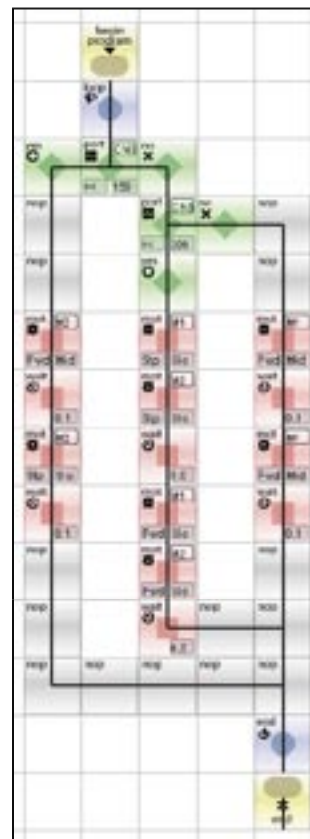
赤外線センサは、白黒の場合と同じように色の違いによる赤外線反射量/吸収率の差も電圧変化として出力します。

色のついた紙などを用意してセンサから出力される電圧を測定してみましょう。

色	白	黒	赤	緑	黄	銀
電圧						

色ごとの出力電圧に十分な差があれば、色によって条件分岐させて目的の動作を行うプログラムを作ることができます。電圧の差が大きいほど「しきい値」の設定が容易で、差が小さいほど測定誤差の影響を受けやすく正確な色の判別が難しくなります。

白地に黒いラインのコース上に反射率の異なる色Aを置き、色Aを感知したら5秒間停止し、その後に再度ライトレースを開始するプログラムを作ってみましょう。



色Aの電圧が約3Vだったとします。3Vの「しきい値」は、153です。一番目の分岐タイルには、色Aに反応せず、黒に反応する「しきい値」を設定します。色Aが153、黒は102ですから、150に設定してみます。

二番目の分岐タイルには、白に反応せず、色Aに反応する「しきい値」を設定します。白は200とします。まとめると、

- ・黒(102) ≤ 150
- ・150 < 色A (153) ≤ 200
- ・200 < 白(204)

の3種類の判断をすることになります。

センサが誤動作する場合に注意が必要なのは、150 < 色A ≤ 200の幅です。赤外線センサはアナログ出力なので、2V・2.1V・2.2V…4Vのように連続した電圧を出力しています。コントローラは短い間隔で電圧を測定していますが、それでもわずかなタイミングに誤差が生じることもあります。たとえば、センサが黒と白のちょうど中間にくる瞬間があります。このときは灰色を測定した場合の電圧が出力されていますが、電圧がたまたま色Aと近ければ色Aの条件分岐で動作してしまうでしょう。

一つの赤外線センサでいくつもの色を判断させる場合に誤動作を完全に無くすのは難しい課題ですが、できるだけ確実に色を見分ける方法を考えてみてください。プログラムでは「しきい値」の微妙な設定や、確認を複数回行うなどの対策が考えられるでしょう。ロボカップジュニアレスキューでは人型マークの材質に着目した方法などもみられます。

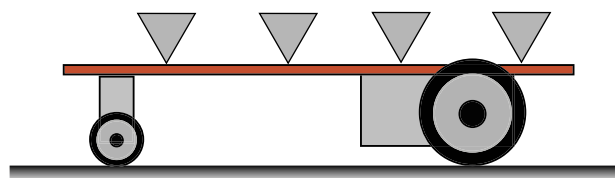
傾斜を登る工夫

ラインレースのコースには坂が含まれる場合があります。傾斜を登らせる場合に気をつけるポイントは

- ・ 重心
- ・ 速度（トルク）
- ・ 登り始め
- ・ 終わり

の4点です。

コース全体が水平の場合には重心が分散していても動作に大きな影響はありません。



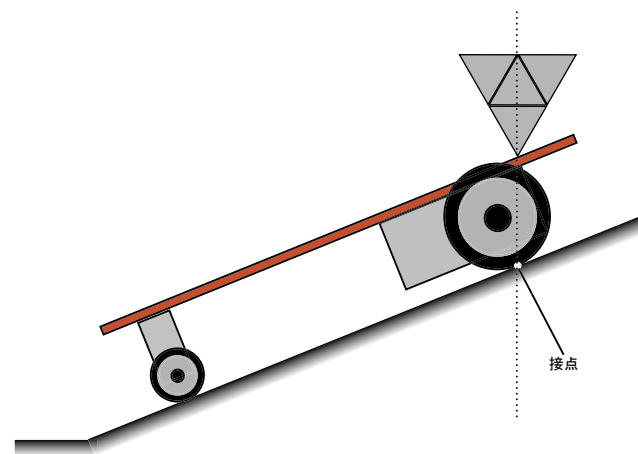
傾斜を登る場合には駆動軸＝タイヤが床をグリップする接点の位置に重心に影響する搭載物を集中させる必要があります。坂の途中にロボットを登る方向にして置き、調整してみましょう。

ロボットがその場に止まらず下に動いてしまう状態には、以下の2つの場合があります。

まず、ホイールが回転しながらバックする場合は、ギアのトルクを一段階高くし、その場に止まるか確認します。下がってしまう場合は止まるまでトルクを大きくします。

次に、ホイールが回転せずすべり落ちる場合は、搭載物などを工夫してロボット全体を軽くします。

坂で止まれるようになったら、モータの速度設定を遅い方から順に試して、最適な走行速度に設定します。

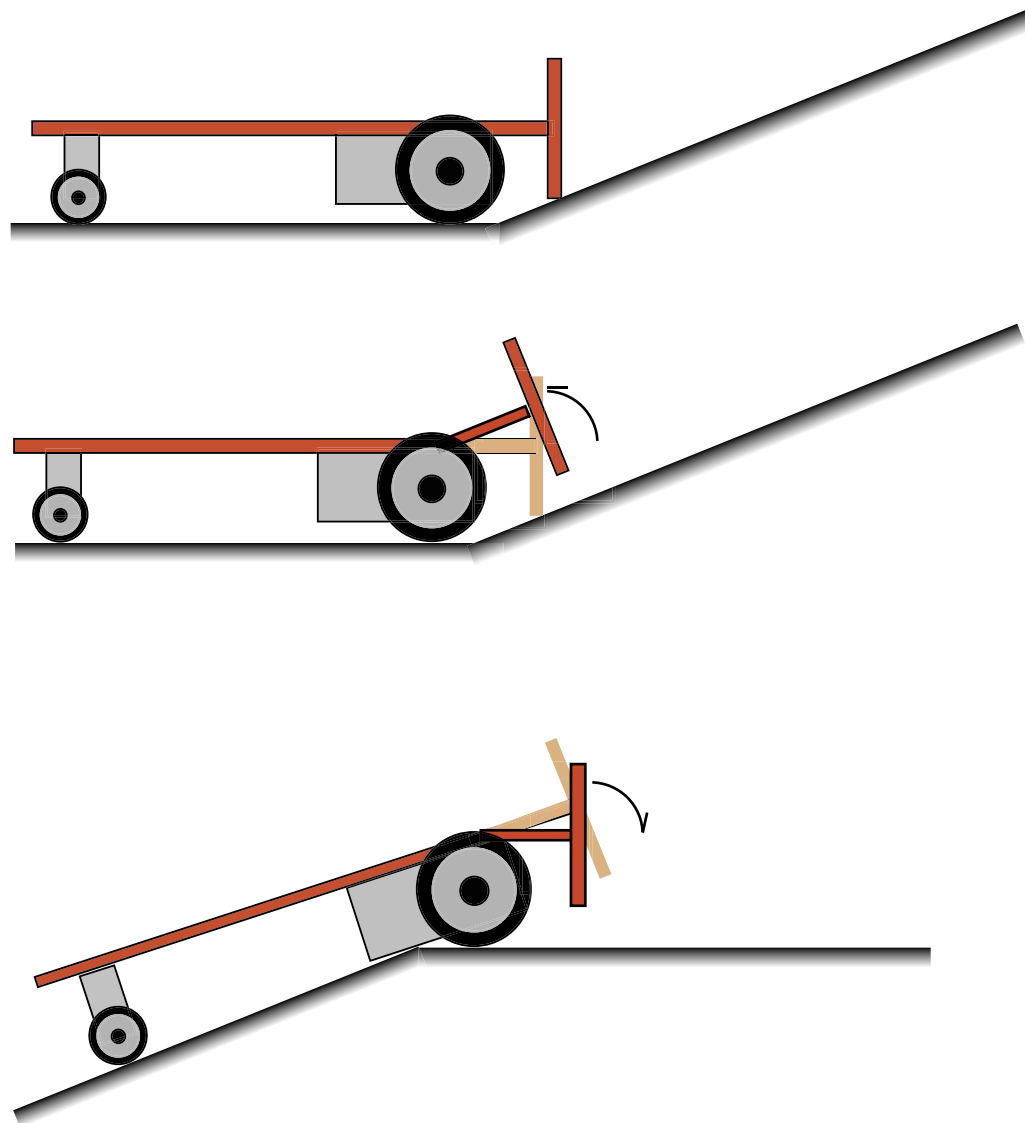




傾斜の登り始めと登り終わりでは、ロボットの形状に工夫が必要です。

傾斜の登り始め

タイヤより先に車体が傾斜に接触してしまうと、タイヤが浮いてしまってロボットは傾斜を登り始めることができません。車体より先にタイヤが傾斜面に接地するようにレイアウトを工夫するか、車体の前部を可動式にするなどの工夫が必要です。



赤外線センサを車体の前方に配置したい場合、たとえばセンサ部のみを床にそって動くようにすることで登り始めをクリアする方法が考えられます。この工夫を一步すすめて下方向にも傾くようにすれば床に対してセンサの高さを一定に保つこともできるでしょう。

傾斜の登り終わり

車体の底部がタイヤより先に路面に触れると、タイヤが浮いてしまってロボットが動けなくなる可能性があります。



サポート情報

ジャパンロボテック カスタマーセンター

メール info@japan-robotech.com
電話 092-283-6270 (受付時間 AM10:00 ~ PM17:00)
ファックス 092-283-6271

第1版(1.00) 平成16年9月20日

発行

株式会社 JAPAN ROBOTECH

〒812-0025 福岡市博多区店屋町4番18号 冷泉ビル33号

R&D CENTER

〒812-0027 福岡市博多区下川端町3-1 リバレインビルB2 ロボスクエア内

<http://www.japan-robotech.com/>

本書の無断での複製/複写、転載を禁止します。

© JAPAN ROBOTECH LTD. All Rights Reserved.