

# Arduino を用いた自動走行車両の製作と制御

2012SE154 三浦琴絵

指導教員：大石泰章

## 1 はじめに

近年、自動車の自動走行の技術が注目されており、自動車の走行安全技術や自動運転の研究が進んでいる。例として、自動ブレーキや追従走行が挙げられる。また、マイクロマウスという小型自動走行車両が迷路を探索し、壁にぶつからずにゴールに到達するまでの所要時間と最短経路を競う競技会がある。このように機械が自律的に物事を判断する技術が進歩すれば、災害の多い日本では災害時の救出活動、少子高齢化社会に向けての介護ロボットや、自動運転で人を目的地に運ぶ乗り物にも貢献できる。

本研究では、Arduino というマイクロコンピュータを用いて小型自動走行車両を作成し、自動走行に関する2つの課題を解決する。1つ目の課題は障害物回避、2つ目は追従走行である。具体的には車両前面に搭載された2つの距離センサの出力に基づき、2つのモータに接続された左右の車輪の動作を変化させることで課題の解決を行う。

## 2 製作した自動走行車両

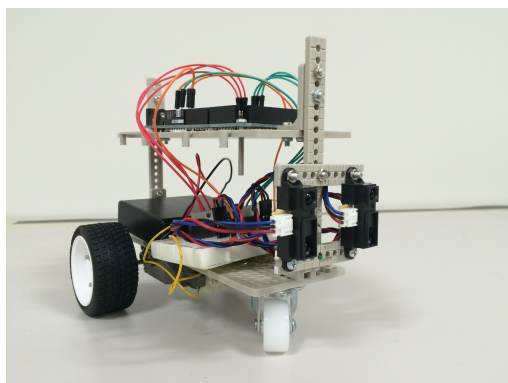


図1 製作した自動走行車両

製作した自動走行車両を図1に示す。この自動走行車両は、文献 [1, 2, 3] に基づいて製作した。制御部にはマイクロコンピュータ「Arduino」を用い、その他の部品として、ユニバーサルプレート、距離センサ (GP2Y0A21)、タイヤ (TAMIYA)、DC モータ (TAMIYA)、ジャンパワイヤ、ブレッドボード、ドライバ IC (TA7291P) を使用している。Arduino とは、スイッチやセンサの値を読み込んだり、LED やモータを制御することができ、ハードウェアとソフトウェアのすべての仕様が公開されている小型のコンピュータ基板である。文献 [1] では Arduino とモータの電源に乾電池を利用していたが、本研究ではモータは乾電池から、Arduino はスイッチング電源から電源をとる。自動走行車両には距離センサを2つ搭載させた。距離センサは、距離にほぼ反比例した電圧を出力することができ、物

体の色にほとんど影響をうけない。また、左右の車輪にはモータを接続しており、左のモータだけを正転させ、右のモータを停止することで車両を右に旋回させることができる。同様に、右のモータだけを正転させ、左のモータを停止させることで車両を左に旋回させることができる。2つの距離センサは両方とも Arduino に接続されており、距離センサの測定結果によって左右のモータの動作を変化させ、車両に所望の動作をさせることができる。

## 3 障害物回避

自動走行車両が障害物を見つけた場合に、障害物を回避するプログラムを作成し、実装した。障害物を回避させるために、右側のセンサが反応したときは右に障害物があるとみなし、自車を一旦後退させてから左に旋回させた。また、左側のセンサが反応したときは左に障害物があるとみなし、一旦後退させてから右に旋回させた。両側のセンサが反応したときは前方に障害物があるとみなし、一旦後退させてから停止させた。障害物回避のプログラムにおけるセンサの観測結果とモータの関係を表1に示す。表中の●はセンサが障害物を感知したことを示し、○はセンサが障害物を感知しなかったことを示している。

表1 障害物回避をするときの動作

センサの反応		障害物	モータ (後退してから)	
左	右		左	右
○	●	右に障害物	停止	正転
●	○	左に障害物	正転	停止
●	●	前に障害物	停止	正転

## 4 追従制御

自動走行車両が前方に物体を感知した場合にその動きに追従するプログラムを作成し、実装した。この実験では、製作した車両とティッシュ箱を用いて、ティッシュ箱を手動で動かしたときにティッシュ箱に追従するか実験した。特にモータの ON/OFF により前方物にあわせて左右に旋回する制御と、モータに加える電圧を調整して前方物との距離を一定に保つ制御の2つを行う。

### 4.1 ON/OFF 制御

前方物に追従させるために、左のセンサが前方に何も感知せずに右のセンサだけが前方物を感知したとき、前方物は右に旋回したとみなし、車両を右に旋回させた。同様に右のセンサが前方に何も感知せずに左のセンサだけが前方物を感知したとき、前方物は左に旋回したとみなし、車両

を左に旋回させた。両側のセンサが前方物を感知したときは、車両を前進させるプログラムを作成した。表2の読み方は表1と同様である。

表2 追従走行をするときの動作

センサの反応		前方物の動き	モータ	
左	右		左	右
○	●	右に旋回	正転	停止
●	○	左に旋回	停止	正転
●	●	前進	正転	正転

## 4.2 定量的制御

### 4.2.1 距離センサの性能

前方物は走行しているためサーボ系を構成するのが適切と思われる。本節では、前方を走行する物体に対して、一定の距離を保って走行する追従制御を考える。前節とは異なり、距離センサの出力電圧に基づいて定量的な制御を行うため、距離センサの性能を調べる。そのために、自車から前方物を0[cm]から5[cm]おきに30[cm]まで動かしたときのセンサからの出力電圧を測定した。その結果、距離が遠いほど小さい値が出力され、距離が近いほど大きい値が出力された。しかし、センサの出力電圧は雑音を含むため、ローパスフィルタを使用した。

### 4.2.2 比例制御

比例制御を用いて前方物と自車の距離が遠いほど左右のモータに加える電圧を上げ、前方物と自車の距離が近いほど左右のモータに加える電圧を下げる制御を行う：

$$V = K\left(\frac{1}{y} - \frac{1}{y_0}\right). \quad (1)$$

ただし、 $V$ は左右のモータへの入力電圧、 $y$ は距離センサの出力電圧、 $y_0$ は10[cm]に対応する出力電圧である。ここでは、センサの出力電圧の逆数を取り、前方物と自車の距離が遠いほど値が大きくなり、前方物と自車の距離が近いほど、値が小さくなるようにした。図2はセンサの出力電圧の逆数をとったグラフ、図3はモータへの入力電圧を示すグラフである。図2のセンサからの出力電圧が高いほど図3のモータへの入力電圧が上がった。同様に、センサからの出力電圧が低いほどモータへの入力電圧が下がったことが確認できた。

### 4.2.3 PI制御

本節では、PI制御を用いて前方物と自車の距離が10[cm]以上のとき距離に応じてモータへの入力電圧を上げ、前方物と自車の距離が10[cm]以下のとき、距離に応じてモータへの入力電圧を下げることを行う、モータへの入力電圧は次式のように定める：

$$V = K_p\left(\frac{1}{y} - \frac{1}{y_0}\right) + K_i \int_0^t \frac{1}{y} - \frac{1}{y_0} dt. \quad (2)$$

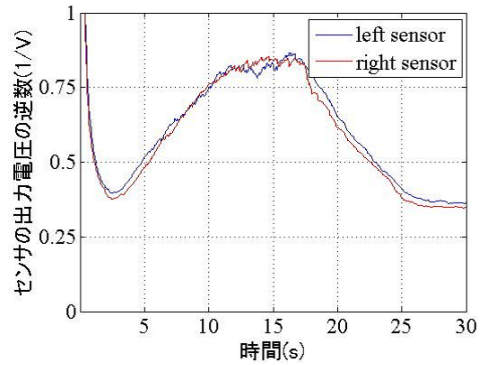


図2 比例制御の場合のセンサの出力電圧

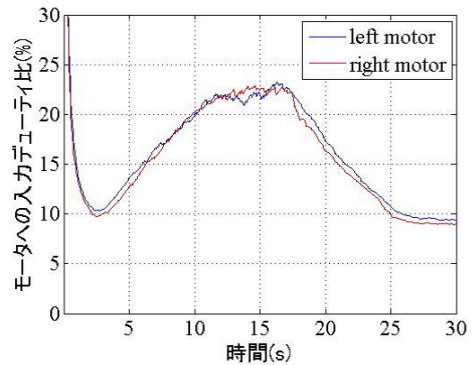


図3 比例制御の場合のモータへの入力電圧

実験を行ったが、距離を10[cm]に保つことはできなかった。理由として考えられるのは、ティッシュ箱を手動で動かしているため、前方物の速度が不安定であること、そして、ハードウェアの性能の問題である。

## 5 おわりに

本研究では、2つのことを行った。1つ目は、Arduinoを用いた自動走行車両の製作、2つ目は、障害物回避と追従走行である。追従走行に関しては、比例制御、PI制御を用いて自動走行車両の速度制御を行った。今後の課題としては、自車のモータの振る舞いを測定して、正確なモデリングを行うこと、そして前方物の距離を一定に保つような追従制御を行うことが挙げられる。

## 6 参考文献

### 参考文献

- [1] 平田光男：『ArduinoとMATLABで制御系設計をはじめよう!』。TechShare, 東京, 2012.
- [2] 鈴木美朗志：『Arduinoでロボット工作をたのしもう!』。秀和システム, 東京, 2014.
- [3] 牧野浩二：『Arduino電子工作』。東京電機大学出版局, 東京, 2012.