

# 車両型ロボットによる自動追従

2016SC086 高木 史哉

指導教員：大石 泰章

## 1 はじめに

近年、自動車業界の自動運転技術が躍進を遂げている。現在発生している主な事故はドライバーの操作ミスや確認不足、判断ミスといった人的原因がほとんどであるので、自動運転により、事故防止、歩行者の安全性、負担軽減などが期待される。実際の運転では他車に追従することが多いので、他車への追従に、自動運転技術を導入する意義は大きく、すでに実用化もなされている。[1][2] 本研究では、車両型ロボット Zumo にマイクロコンピュータ Arduino を取り付けたものを 2 台用いて、後方を走行している車両にカメラセンサを搭載し、前方を走行している車両に赤色のボールを搭載して自動で追従制御を行うことを目的とする。

## 2 実験使用機器

本研究で使用する 2 台の実験機器の車両型ロボット Zumo を図 1, 2 に示す。図 1 は Pololu 社製の車両型ロボット Zumo に Adafruit 社製のカメラセンサ PixyCMUcam5 を搭載した後方車両である。図 2 は Zumo に赤色のボールを搭載した前方車両である。



図 1 後方車両



図 2 前方車両

### 2.1 車両型ロボット Zumo

Zumo は Arduino をから指示を与えることができる車両型ロボットであり、大きさは  $100\text{mm} \times 100\text{mm} \times 50\text{mm}$  である。単 3 電池 4 本により電力供給されており、左右に取り付けられたモータによりキャタピラを回転させ前進、後退、旋回することができる。Zumo には、3 軸加速度センサ、3 軸磁場センサ、3 軸デジタルジャイロセンサが初期搭載されている。[3]

### 2.2 カメラセンサ Pixy

カメラセンサ Pixy は水平方向  $75$  度、垂直方向  $47$  度の視野角を持つ。また、pan/tilt キットを搭載しているため上下左右に視軸を動かすことができる。PixyMon というソフトウェアを用いることで画像上の対象物体の認識が可能

であり、最大 7 色の色を記憶させることが可能である。[5]

## 3 カメラセンサの特性

カメラセンサは PixyMon というソフトウェアを使用することで、図 3 で示したように物体を覆うこれを最小の面積の長方形として認識することができる。しかし、対象物体との距離や位置によっては物体がカメラの視野に収まらないことがある。図 4 のように、その横幅  $w$ 、縦幅  $h$ 、重心座標  $(x, y)$  が得られる。このことから、対象物体の大きさや形が既知であれば対象物体との距離を求めることが可能である。ただし座標は、画像の左上を原点として、 $x$  軸は原点から右向きを正、 $y$  軸は原点から下向きを正とする。[6]

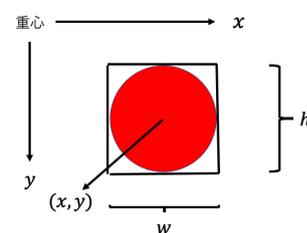


図 3 カメラの映像

図 4 映像のパラメータ

図 5 は後方車両から前方車両までの距離  $a$  を表したものである。

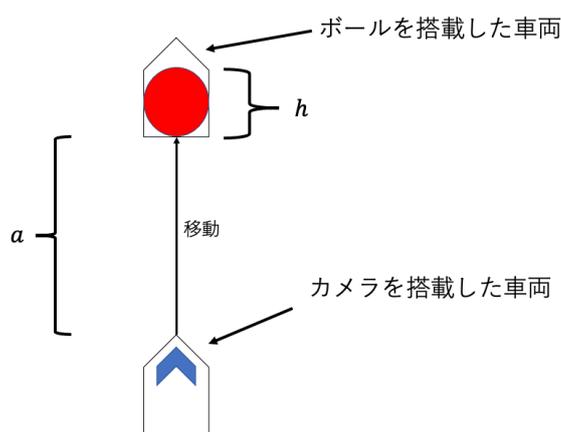


図 5 後方車両からの前方車両までの距離

前方車両を固定し、後方車両のみを前方車両に向けて動かす。このとき画像上での赤色のボールの縦幅  $h$  とボールまでの距離  $a$  を測定したとき図 6 のグラフになった。

これを近似的に以下の関係式で表す：

$$a = \frac{1200}{h}. \quad (1)$$

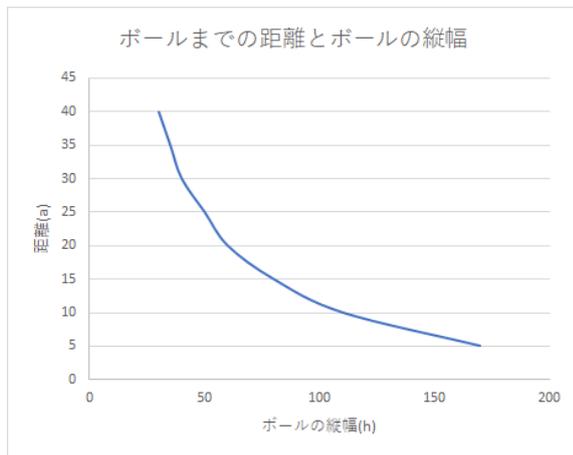


図6 後方車両からの前方車両までの距離

## 4 追従走行の概要

### 4.1 追従走行の実現

カメラセンサ Pixy を用いて追従走行を実現する。Pixy にはあらかじめ認識させたい色を覚えさせる。今回は赤色のボールを認識させる。Pixy の認識するボールの面積を常に一定に保つことで、後方車両がボールとの距離を一定に保ちながら走行するようにする。また、Pixy には pan/tilt キットが搭載されているから、Pixy 本体も 2 次元的に動くことができる。

### 4.2 後方車両の制御

赤色のボールを搭載した前方車両の方向へを走らせるためのモータ制御の方法を説明する。後方車両が前方車両を追従するときに、ある一定の距離を保ちながら走行させる。この追従走行には P 制御が用いられていて、画像座表面上による前方の物体の面積  $d(t)$  から物体の目標の面積  $d_0$  を引いて、速度のゲイン  $K$  をかけた式が

$$D = K(d(t) - d_0). \quad (2)$$

となり、これに後方車両の目標の速度  $u_0$  を加えたもの  $u(t)$  は

$$u(t) = u_0 + KD. \quad (3)$$

となる。つまり、 $D > 0$  のときは後方車両は加速し、 $D < 0$  のときは後方車両は減速することがわかる。

## 5 実験結果

ある一定の距離で追従させるため、(2) より後方車両制御として前方のボールの面積の目標値を 9600 画素とし追従をさせたのが次の図 7 である。このように自動追従は成功したといえる。

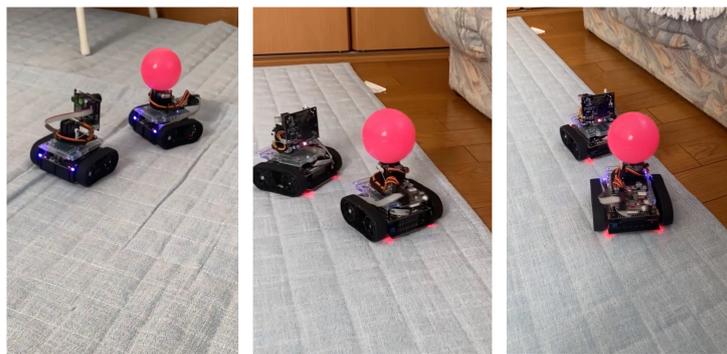


図7 自動追従画像

## 6 おわりに

本研究では、赤色のボールを搭載した前方車両を、カメラセンサ Pixy を搭載した後方車両で自動追従走行に成功することができた。今後の課題として、自動追従走行から自動追い越しに移行することはできないかと考える。しかしこの場合、カメラセンサだけでは追い越しをするのに視野角が足りないため、赤外線センサまたは超音波センサなど用いて行う必要があると考える。

### 参考文献

- [1] 自動運転技術の開発動向と技術課題 <https://doi.org/10.1241/johokanri.57.809>
- [2] 車間距離制御における運転者の動作特性 <http://jlc.jst.go.jp/DN/JALC/00050211715?from=Google>
- [3] Zumo with PixyCam ジャンプスタートガイド <https://physical-computing-lab.net/learn/zumo-with-pixycam->
- [4] Zumo Robots and Accessories <https://www.pololu.com/category/129/zumo-robots-and-accessories>
- [5] Pixy-PixyCam <https://pixycam.com/pixy-cmucam5/>
- [6] Pixy イメージセンサ <http://mech.u-fukui.ac.jp/Kawa-Lab/pixy/pixy.html>
- [7] 日産プロパイロットについて <https://www.nissan.co.jp>