

# 車両型ロボットによる荷物の判別と搬送

2019SC072 安川 佑風 2019SC074 吉田 真司

指導教員：大石 泰章

## 1 はじめに

近年ネットショッピングなどによる物流需要の上昇や少子高齢化による労働力不足によって物流業界では人手不足が課題になっている。これに伴い物流倉庫に無人の搬送ロボットを導入し、搬送の効率化や人員削減を実現しようという動きが見られる [1]。無人の搬送ロボットが自動走行をするためには、所定の経路に沿って走るための走行システムが必要である [2]。また、荷物の自動判別も効率化のために重要である。

本研究では、荷物の種類に応じて異なる搬送先へと搬送するロボットの基礎として、車両型ロボットに荷物の色を認識させ、それに応じて異なる搬送先へと搬送させたのち、出発点に戻らせることを試みる。具体的には、出発点1つと搬送先5つが黒線で格子状に結ばれたコースを用意し、出発点に置かれた車両型ロボットに赤色、青色、緑色、橙色、桃色いずれかの色のカラーボールを荷物として与える。車両型ロボットは搭載されたカメラを使ってカラーボールの色の判別を行い、その情報をもとに5つの搬送先のうちどれを目指すのかを決定し移動する。移動の際は、コースの黒線に沿って走行する。カラーボールを搬送先に搬送し、カラーボールが取り除かれたら、黒線をたどってもとの出発点まで戻る。

## 2 使用する機材

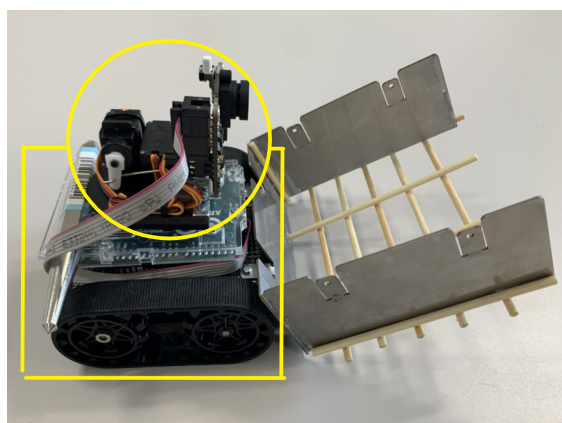


図1 車両型ロボット Zumo と小型カメラ Pixy2CUMcam5

本研究では、車両型ロボット Zumo[3]、小型カメラ Pixy2CUMcam5[4]、およびカラーボールを用いる。図1の上部の丸で囲まれた部分が小型カメラ Pixy2CUMcam5、下部の四角で囲まれた部分が車両型ロボット Zumo である。

Zumo の左右のキャタピラは独立して動き、前進、後進、



図2 反射型センサ



図3 カラーボール

左旋回、右旋回が可能である。Zumo の上部には Arduino Leonardo が搭載されており、開発環境 Arduino IDE を使用して様々なプログラムを実行することが可能である。Zumo の先端にカラーボールを納める籠を鉄板と竹ひごを用いて取り付けられた。籠の側面の部分に鉄板を使用している。籠の底の部分は竹ひごを使用していて、格子状に竹ひごを組んでいる。搬送中はカラーボールをその籠の中に納めて搬送する。

Zumo の下部には反射型センサが6個左右に並んで取り付けられている。図2は反射型センサを下から撮影したものである。上部の丸で囲まれた部分がセンサである。対象物が白いほどセンサの出力値は0に近づき、黒いほど1000に近づく。本研究では、実験にもとづき、240を基準値として白か黒かを判別する。

Pixy2CUMcam5を使って物体の色を認識することができる、運ぶ荷物として図3の赤色、青色、緑色、橙色、桃色の五色のカラーボールを使用する。

## 3 走行するコースと目標の動作

Zumo が走行するコースとして、図4のように走行すべき経路を黒線で示したものを用意する。このコースの出発点は黄色の四角で囲まれた場所である。搬送先は五か所あり、与えられた荷物と同じ色の搬送先を選ぶものとする。Zumo は選んだ搬送先に到着したのち、180° 回転してもと

の出発点に着く。

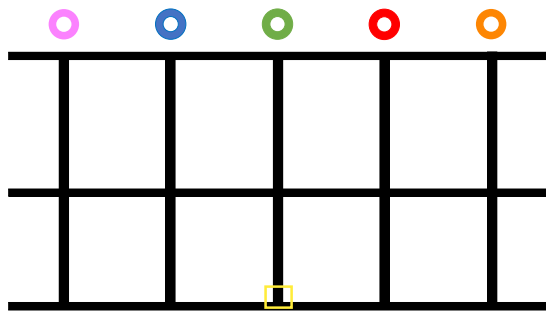


図4 Zumoが走行するコース

## 4 目標の動作の実現

### 4.1 色の認識による搬送先の決定

本研究では、搬送先を決定するためにカラーボールの色を認識する必要がある。Pixy2CUMcam5の付属のソフトウェア PixyMon を用いて色を記憶し、Pixy2CUMcam5を用いて色を認識する。認識した色の情報をもとに自動で搬送先を決定する。

### 4.2 経路決定の概要

本節では、認識した色の情報にもとづいて、経路決定をする仕組みを説明する。

移動の動作は赤色、青色、緑色、橙色、桃色のそれぞれの場合ごとにあらかじめ決めてあり、登録された基本動作の列を順に実行することで構成される。表1に、搬送先が橙色と青色の場合の基本動作の列を例として示す。例えば、橙色のカラーボールを認識し、橙色の搬送先だと決定したら、あらかじめ登録された前進、右旋回、前進、前進、左旋回、前進という手順を取り出し、これを順に実行することで搬送先への移動を実現する。基本動作の「前進」は黒線に沿って前進して最初に見つけた交差点で停止することを意味し、「右旋回」は、交差点上で右回りに旋回して、最初に見つけた黒線の方向を向いて停止することを意味する。「左旋回」も同様である。搬送先に着いた際には、カラーボールを取り除く時間として5秒間の停止時間を設けている。

出発点に戻る場合もあらかじめ登録された手順を取り出し、これを順に実行していく。例えば搬送先が橙色の場合は、後進、右旋回、前進、右旋回、前進、前進、左旋回、前進という手順となる。最初の「後進」は交差点とは関係なく、0.8秒後進して停止することを意味する。これを行うことで次の「右旋回」を行ったときに180°の回転が実現される。出発点から搬送先までの手順と、搬送先から出発点まで戻る手順は、一緒に登録されており、一連の流れとして順に実行される。

### 4.3 基本動作の実現

本節では、前節で使用した「前進」、「右旋回」などの基本動作をどのように実現するか説明する。これらは授業資

表1 搬送先が橙色の場合の手順と青色の場合の手順

搬送先が橙色の場合の手順	
行き	戻り
前進	後進
右旋回	右旋回
前進	前進
前進	右旋回
左旋回	前進
前進	前進
	左旋回
	前進
搬送先が青色の場合の手順	
行き	戻り
前進	後進
左旋回	右旋回
前進	前進
右旋回	左旋回
前進	前進
	右旋回
	前進

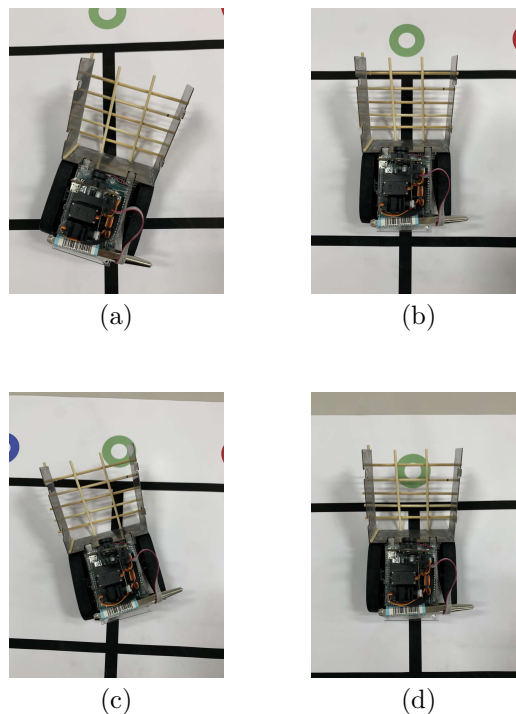


図5 前進の様子

料のプログラム [5] をもとにしている。

まず、「前進」の実現方法について説明する。黒線に沿って前進するためには、黒線からずれたときに、そのずれを解消しなくてはならない。例えば、図5 (a) のように Zumo の進行方向が黒線の方向に対して時計回りにずれた場合を考える。このような状態にあるということは、左から2番目のセンサが黒を検知することによって判別できる。ずれ

を解消するために右のキャタピラを順方向に、左のキャタピラを逆方向に回転させる。左から2番目のセンサが白を検知したら、ずれが解消されたと判断して、左のキャタピラの回転を順方向に戻す(図5(b))。Zumoの進行方向が黒線の方向に対して反時計回りにずれた場合も対象のセンサやキャタピラが左右反対になるだけで同様である(図5(c),(d))。また、交差点に到着したか否かの判断は、左から2番目と右から2番目のセンサが同時に黒を検知することによって行う。交差点に到着したら停止する。

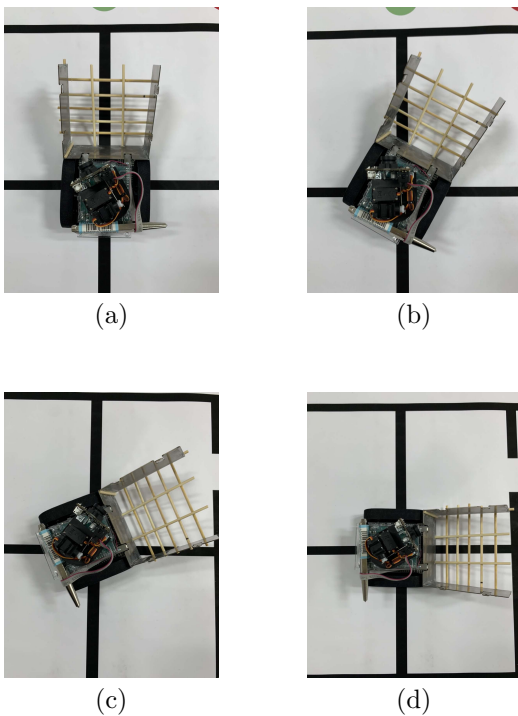


図6 右旋回の様子

次に「右旋回」の実現方法について述べる。右旋回の様子を図6に示す。まず、右のキャタピラを逆方向に、左のキャタピラを順方向に回転させて、右旋回を始動させる(図6(b))。右から2番目のセンサが黒を検知し(図6(c))、その後、右から3番目のセンサが白を検知したら最初の黒線の方向を向いたと考えて停止する(図6(d))。ここで右から2番目ではなく3番目のセンサを使う理由は、より内側のセンサが白を検知するところまでZumoを旋回させることで旋回を十分に行い、右旋回後の走行を安定にするためである。「左旋回」も用いるセンサが左右反転するだけで同様である。

## 5 実行結果

図7に搬送先が橙色の場合の実行例を示す。

Zumoを起動し、橙色のカラーボールを籠に納め、Pixy2CUMcam5の視野内に入れる。その後Zumoのボタンを押して動作を開始する(図7(a))。Zumoは黒線に沿って前進し、最初の交差点で停止し(図7(b))、右旋回を行う(図7(c))。その後前進と交差点での停止を二度ずつ行う(図7(d))、交差点で左旋回、直線に進み橙色の搬送先

で5秒間の停止を行い(図7(e))、ここで橙色のカラーボールを取り除く(図7(f))。図には示していないが、その後後進を行い、その場で180°回転を行って、出発点に戻る動作を行う。前進して最初の交差点で停止したのち、右旋回を行い、黒線に沿って前進し、二つ目の交差点で左旋回する。その後直線に進み、出発点の交差点で停止する。

実行の結果、問題なく橙色のカラーボールを搬送し、出発点に戻ってくることができた。

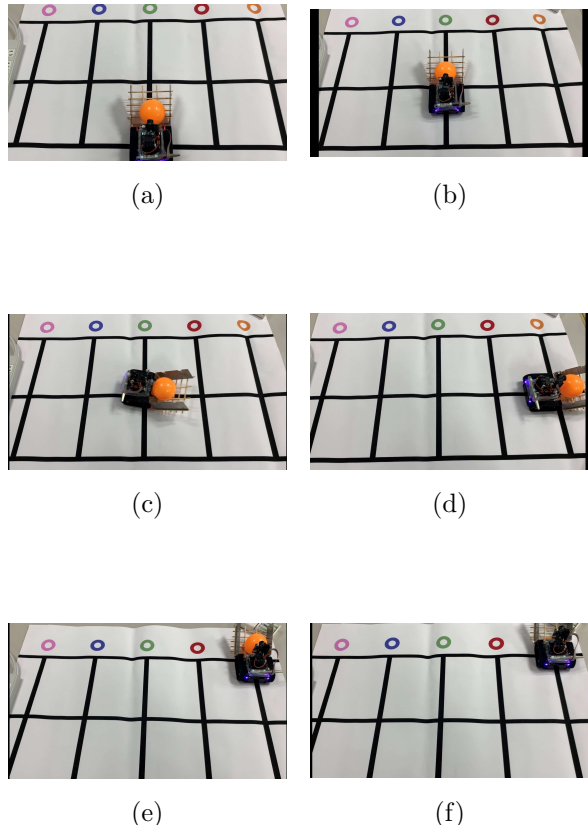


図7 搬送先が橙色の場合の実行結果

## 6 黒線の切れ目への対応

本研究では、黒線に切れ目があるコースも作成している(図8)。これは物流倉庫でガイドラインがはがれてしまった状況を想定している。このコースへの対応方法は実現できていないが、アイデアを以下に記す。

Zumoが黒線の切れ目を検知したら、あらかじめ作成しておいた代替経路を使用して走行する。黒線の切れ目の検知方法は、反射型センサを使用してすべてのセンサが白を検知したら黒線の切れ目があると判断すればよい。代替経路を走行することになったら、まず出発点まで戻る。次に代替経路として設定した手順を取り出し、順番に実行していく。代替経路は各搬送先に対して三つ程度用意しておき、すべての代替経路が切れ目を持ち、走行できない場合、出発点に戻りブザーを鳴らして停止する。

搬送先が橙色の場合の代替経路を表 2 に二つ示す。この手順は黒線の切れ目を検知し、出発点に戻った後に実行する手順である。

今回、黒線の切れ目への対応が実現できなかった原因は、どこの黒線の切れ目を検知したかが把握できないということにあります。この解決策として、基本動作を実行するごとにその数をカウントし、逆順に実行するような動きをイメージしている。

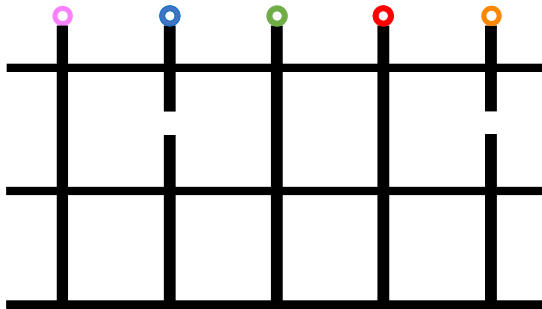


図 8 黒線に切れ目があるコース

表 2 搬送先が橙色の場合の代替経路

搬送先が橙色の場合の代替経路 1	
行き	戻り
前進	左旋回
右旋回	前進
前進	左旋回
左旋回	前進
前進	右旋回
右旋回	前進
前進	左旋回
左旋回	前進
搬送先が橙色の場合の代替経路 2	
行き	戻り
前進	左旋回
前進	前進
右旋回	前進
前進	左旋回
前進	前進
左旋回	前進

## 7 おわりに

Pixy2CUMcam5 を用いてカラーボールの色を認識し、認識した色に基づいてカラーボールを搬送先に搬送したのち、出発点まで戻ってくる動作が実現できた。

今後の課題として、6 章で挙げた黒線の切れ目の対応について、実現することがあげられる。黒線、に障害物があって走行できない場合にも、距離センサでこれを検知して代替経路による走行に切り替えることができるのではないかと考える。

## 参考文献

- [1] 岡田 清高, 「物流システムのソリューション展開 ～モノ売りから仕組み売りへ, 自動化から無人化へ～」, 三菱重工技報, Vol. 54, No. 1, pp. 6–10, 2017.
- [2] Mujahid Bin Mohd Nasurdin, 太田 俊介, 保田 俊行, 神代 充, 「3 次元点群を用いた環境地図と自己位置推定に基づく障害物検出手法」, 日本機械学会 北陸信越支部 第 56 期総会・講演会 講演論文集, 富山, 2019 年 3 月.
- [3] Zumo Reflectance Sensor Array, <https://www.pololu.com/product/1419>.
- [4] Pixy Documentation, <https://docs.pixycam.com/wiki/doku.php?id=wiki:v2:start>.
- [5] 本田 晋也, 「PBL 実践演習 [SC] 課題 A ベースプログラム」, 南山大学理工学部授業資料, 2021 年 6 月.