

2025 年度 前期 特別実験 A コース

(ドラフト β 版)

「対象物仕分けシステム」

■ ルールブック ■

担当教員：松永、松田

～謝辞～

本実験実習は、NSK メカトロニクス技術高度化財団
2025 年度メカトロニクス技術高度化「教育助成」の支援
を受けて実施されています。ここに感謝の意を示します。

初版(2024 年度版)作成

作成日：2024/06/19 作成者：松田 基

競技の概要

■ 競技課題名：「協働ロボット制御による仕分けシステム」

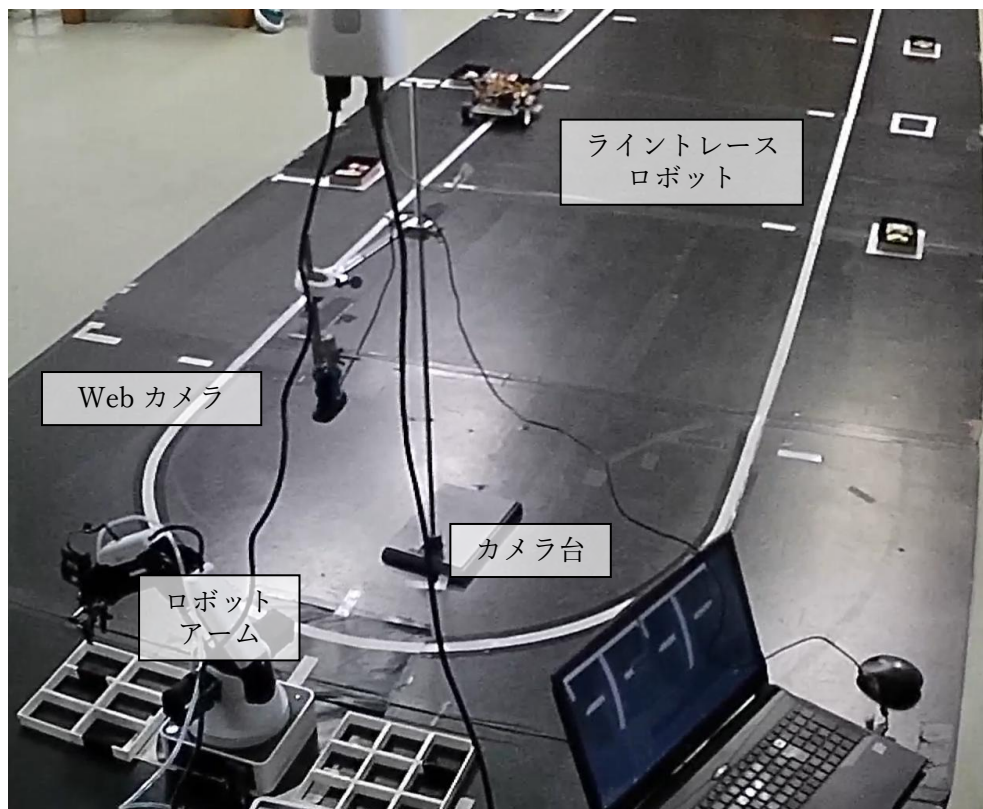
■ 概要

本競技の課題は、コース外側に置かれた対象物（例えば駄菓子）の「運搬」と、ロボットアームを使った対象物の「仕分け」を自動で行うシステムの作成です。システムを構成するロボットは、対象物をシステムに供給する「ベルトコンベア」、「運搬」を行う「ライントレースロボット」、「仕分け」を行う「ロボットアーム」に分かれます。

ライントレースロボットで黒い床に引かれた白線のコースを追従して走行することに加え、白線のコース外側の白い区画内に設置された、対象物の入った箱を回収し、ロボットアームの近くまで運搬します。

ロボットアームは運搬された箱の中にある対象物を、Web カメラ等から取得した画像から種類を分類し、所定の仕分け棚の区画に仕分けします。

ライントレースロボットとロボットアームをうまく協働させて、より正確に、より早く対象物の仕分けを行いましょう。



フィールドのイメージ図（実際の競技映像から抜粋）

仕分け箱

I. 競技環境

①競技コース ※

競技コースは全チーム共通です。図 I-1 にコースの概略図を示します。

ライントレースロボットが追従するコースと周辺を目印の白線の太さはすべて 2 cm。目印の白線の長さは 4 cm で、コースまでの距離(白線の中心からではなく端からの距離)は 3 cm。コースの直線部分は約 60[cm]、カーブの部分は、曲率半径が約 21 cm (直径 42 cm の半円)である。

対象物が入る箱は 9×14 cm で、それを白線で作った外形 13 cm \times 18 cm の長方形で囲う。コースの直線部分に 3 つずつ等間隔で配置される。コースと箱を囲う白線までの距離は 12 cm とする。

ロボットアームは半円の真ん中かつ外側に 17 cm の距離に配置される。ただし Web カメラおよびカメラスタンドの使用数、種類および位置は任意。仕分け棚はロボットアーム本体の中心(半円の真ん中かつ外側に 25 cm)からコースに重ならない向きで両側に 12 cm の位置に仕分け棚を設置する。仕分け棚は 18 cm×18 cm。仕分け棚の詳細は後述。

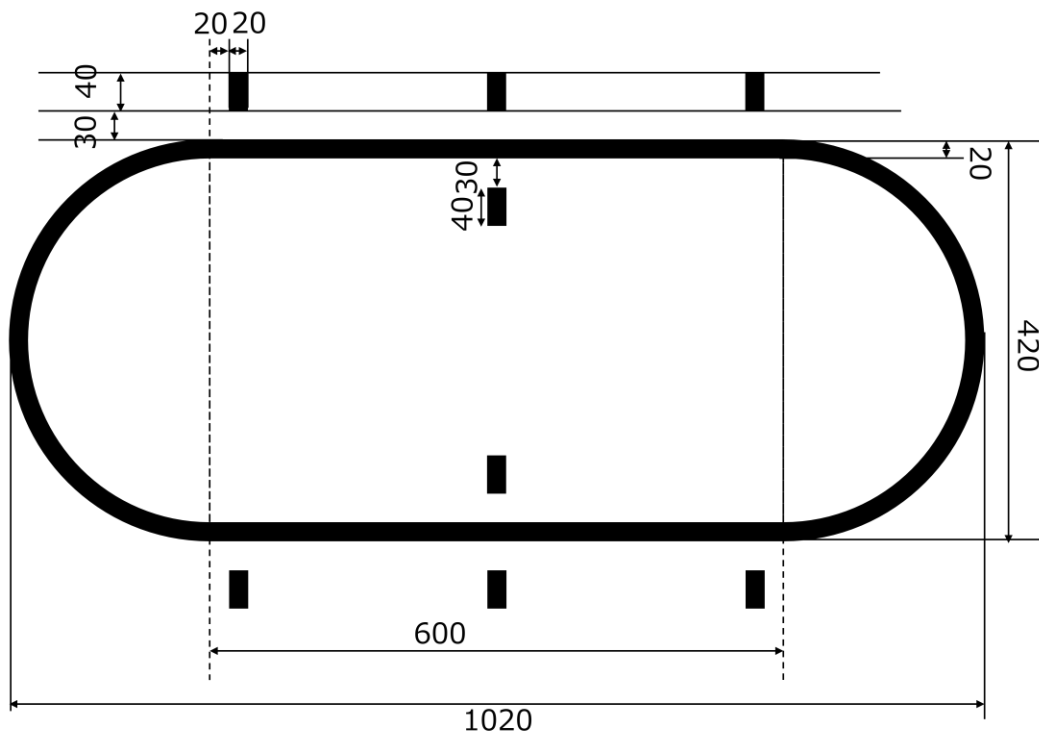


図 I -1. 競技コース

②ベルトコンベア

DOBOT Magician を使用する。

③仕分け棚

仕分け箱は2種類ある。6×6 cm の区画と 6×9 cm の区画があり、それぞれの対象物のサイズに合わせて種類ごとに区画を設定する。図中の座標はロボットアームの中心からの距離(mm)を示す。仕分け対象物の種類を示す。

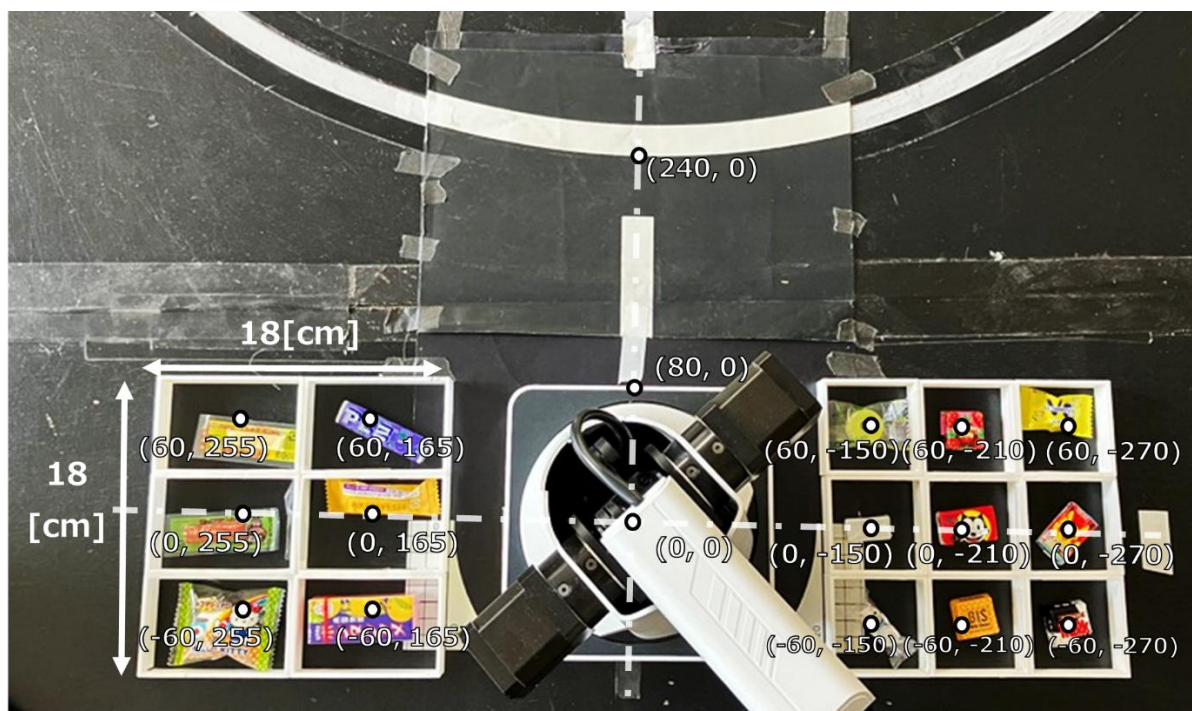


図 I -3. 仕分け棚



(60, -150)
● パインアメ
1種類



(60, -210)
● チロル
イチゴ
1種類



(60, -270)
● のど飴
1種類



(0, -150)
● ハイチュウ
1種類
※小さすぎて
誤検出する場合、
変更の可能性有



(0, -210)
● フィリックス
ガム
1種類



(0, -270-)
● ポケモン
ガム
3種類



(-60, -150)
● 猫飴
5種類
※小さすぎて
誤検出する場合、
変更の可能性有



(-60, -210)
● チロル
ビス
3種類



(-60, -270)
● チロル
ミルク
4種類

(a)小さい対象物



(b)大きい対象物

図 I -4. 対象物の種類と仕分け箱の座標

④床材

黒く塗装されたベニヤ板を使用する。

ロボットアームとカメラの座標系を変換するため、専用の紙のシートをロボットアームの下に設置する。競技中はさらに、目印の白線が印刷された紙を上からマスキングテープで張る。

⑤白線

白いビニールテープを使用する。

II. 競技の内容

III-1 競技の進行

各チーム 30 分の持ち時間でセッティングから競技終了まで行う（時間はあくまで目安であり、状況に応じて超過して良い）。

①セッティングタイム

ライントレースロボットおよび、画像認識に使用する Web カメラとロボットアームのセッティングを行う。試運転、動作チェックをしても構わないが、30 分の持ち時間を超えないよう配慮する。

この間に担当教員は仕分け棚が空であることを確認し、箱に対象物を入れる。

②競技のスタート

ロボットアーム起動時に初期位置のオフセットを行うが、その終了時にピープ音が 1 回鳴る。これと同時に競技時間の計測を開始する。ピープ音に合わせてライントレースロボットを起動もしくはコースに置く。スタート際、左回りで走行を開始する場合図 II-1 の④、右回りで走行を開始する場合図 II-1 の⑤の目印にライントレースロボットの一部分が重なっていないなければならない。

また競技がスタートした時点から競技の終了まで、ライントレースロボットおよびロボットアームを PC やコントローラを介して操作してはいけない。競技続行が困難な場合は、ペナルティを受けたうえで修正することができる。ペナルティについては **III-2 得点** に詳述する。

③ライントレースロボットが対象物の入った箱を運搬する

ライントレースロボットをコースに沿って走行させ、コース外側にある対象物の入った箱を回収する。回収した箱を、ロボットアームが仕分け操作できる位置まで運搬する。ライントレースロボットがコースから外れ復帰不能となったり、停止し競技続行不能となったりした場合は、ペナルティを受けて再起動や調整ができる。

④箱に入った対象物をロボットアームで仕分ける

ライントレースロボットが運搬してきた箱に入った対象物を、Web カメラ画像を入力とした画像認識から対象物の種類を識別し、仕分け棚の決められた区画に入れる。競技開始後、外部入力（キーボード操作など）は認めないため、動作を自動化する必要がある。ロボットアームが停止し競技続行不能となったりした場合は、ペナルティを受けて再起動や調整ができる。

III-2 得点

「競技時間」+「競技終了時ペナルティ」+「競技中ペナルティ」+「その他ペナルティ」を「クリアタイム」とし、「クリアタイム」の短さで競う。

「競技時間」

「ロボットアーム起動時に行う初期位置オフセットの終了時になるピープ音」から「チームリーダーが終了を宣言する」まで。

「競技終了時ペナルティ」

- 箱の中に入っている対象物：1 個につき + 2[min]
- 別の区画に仕分けられた対象物：1 個につき + 1[min]
- 区画に入っていない対象物(「箱の中に入っているお菓子」は含まない)：1 個につき + 1[min]
- 破損した(穴が開いている、中身が出ているなど)対象物：1 個につき + 1[min]

「競技中ペナルティ」

システムの一部が停止するなど競技が続行不能となった場合、n 回目の修理には n[min]（修理 1 回目：+ 1[min]、2 回目：+ 2[min]...）のペナルティを加算する。

修理の開始と終了は、チームリーダーが宣言する。ライントレースロボットまたはロボットアーム、それ以外などで不具合を切り分けることが難しい状況が想定されるため、競技続行不能の原因を複合的に解決して良い。ただし、競技続行不能の原因でない部分を修正してはいけない（ライントレースロボットをコースに戻している間に回収済みの箱の位置をコース外に移動させる、ロボットアームを再起動している間にライントレースロボットのバッテリーを交換する、など）。

また修理中も「競技時間」として計測される。バッテリーの交換を行っても良いが、これも修理 1 回分とし他の修理と別にカウントする（例：コースから外れたライントレースロボットをコースに戻す際に、バッテリー交換も行った場合、修理 2 回分とする）。

「その他ペナルティ」

競技前、競技中、競技後に「対象物」「対象物が入る箱」「仕分け棚」に正当な理由なく触れた場合、1 回につき + 5[min]のペナルティを追加する。

また「クリアタイム」が早い順に、成績評価の競技点(10 点満点)として「1 位：10 点」「2 位：7 点」「3 位：5 点」を与える(本年度は全 3 チーム)。ただし順位に関わらず、対象物を 1 つ以上回収できない場合は 0 点とする。

Ⅲ-3 競技の終了

- ①チームリーダーが終了を宣言した時点で競技を終了し、時間の計測を止める。ただし終了の宣言時にロボットアームが把持している対象物は「区画に入っていない対象物」とする。
- ②再起動や調整を行っても競技の完遂が不可能と判断した場合、競技を終了しその時点での競技時間に、ペナルティを加えたものを「クリアタイム」とする。

IV. ロボット

①予算

本年度、各チームは3万円を上限に物品を購入できる。**(金額調整中)** 特別な理由がない限り、物品の購入は担当教員に依頼し担当教員を通して調達する。予算外の物品を調達する場合も、事前に指導教員に相談する。

②ライントレースロボット

「電子制御工学科計測実験室」内にあるモータ、ギアボックス、基盤、ユニバーサルプレートなどを使用し、ライントレースロボットの設計から行う。予算から他の物品を購入することもできる。

競技中、ライントレースロボットを手動で操作してはいけない（無線等も含む）。

捨てづらい、保管が難しいバッテリーは使用しないこと。

サイズ・重量に制限はない。

③ロボットアーム

ロボットアームは Dobot Magician (<https://robot.afrel.co.jp/dobot/magician/>)を使用する。また Web カメラ「C270N」(<https://www.monotaro.com/p/4689/7559/>)を提供するが、予算から別の Web カメラを購入することもできる。画像認識とロボットアーム操作は 教材「DOBOT AI×画像認識×ロボットアーム制御」(<https://afrel.co.jp/product/dobot-magician/ai-sorting/>)内のコードをアレンジしたものを提供する。ただし競技用のプログラムではないため、自動化のためコードを変更する必要がある。

画像処理は部屋の明るさに影響を受ける場合があるため、部屋の蛍光灯は自由に消灯、点灯できるが、競技が始まってから蛍光灯を操作してはいけない。

IV. チーム

1 チーム当たり 4~5 名を目安とする。「ライントレースロボット班」に 2~3 名、「ロボットアーム班」に 2 名を目安とするが、チーム内で相談し自由に役割を決めてよい。

補足資料

①成績評価 **(昨年度のもの、今年度は検討中)**

- アイデアプレゼンテーション (5 週目) : 20 点
- 競技会 (14 週目) : 20 点
 - ・ 競技点 : 10 点
(1 位 : 10 点、2 位 : 7 点、3 位 : 5 点、対象物を 1 つ以上回収できない : 0 点)
 - ・ 技術要素 : 10 点
- 最終プレゼン (15 週目) : 20 点
- 最終レポート : 40 点