

生徒発表

ジャパンマイコンカーラリー(JMCR) 2020 全国大会 カメラクラスへの挑戦

宮崎県立佐土原高等学校 通信工学科 2年 木浦 翔鵬
指導顧問 島津 春夫

1. はじめに

本校は昭和 63 年 4 月、「新しい工業教育」への改革を掲げて創立され、令和 2 年度で 33 年目を迎えた工業系専門高校である。「既成の工業高校の枠にとらわれない」という意図で、校名に「工業」を付けていない。学科は、「電子機械科」、「通信工学科」、「情報技術科」、「産業デザイン科」の 4 学科ある。私が所属している通信工学科は、高校では日本唯一の学科で、電気・電子・通信・情報技術に関する基礎的な知識・技術を学び、実習や課題研究などで実践的な能力を身に付けることができる学科である。

2. マイコンカーラリーとカメラクラス

マイコンカーラリーは、ロボット競技大会の一つであり、マイクロコンピュータ (Micro computer, 略してマイコン) を搭載したロボット (模型自動車) が、コースを自律制御 (ロボット自ら動く方式) で走り、タイムを競う競技である (出典: <http://j-mcr.net/>)。

2018 年度 (JMCR 2019) までは、アドバンスドクラス (上級者部門)、ベーシッククラス (基本部品部門) の 2 部門のみだったが、2019 年度 (JMCR 2020) からカメラクラスが新たに設立された。私は 1 年生のときはベーシッククラス、2 年生の夏休みまではアドバンスドクラスに取り組んでいたが、顧問の先生からカメラクラスに取り組んでみないかと誘いを受け、新しい技術にチャレンジしてみたいと思い取り組みはじ

めた。

3. カメラクラスマイコンカーの主要部品

カメラクラスは、主な部品が指定されている。指定部品を表 1 に示す。

マイコン基板	GR-PEACH (写真 1)
シールド基板	GR-MCR 基板 Rev.1.0 (写真 2)
カメラモジュール	MTV-54 K0N (横 542 × 縦 496 ピクセル)
モータドライブ基板	モータドライブ基板 Ver.5
サーボ	HS-430 BH (hitec 製)
モータ	RC-260 RA-18130 (MCR 刻印付き)
ギヤーボックス	ハイスピードギヤーボックス HE
タイヤ	スポーツタイヤ (タミヤ製 Item No: 70111)
その他	電池ボックス、スイッチなど

表 1 カメラクラスマイコンカーの主要部品

GR-PEACH (写真 1) は、Arduino UNO 基板のピン配置に互換性があり、ARM 社が提供する mbed 開発環境を使用できるマイコン基板である。処理速度は 400 MHz、フラッシュ ROM は 8 MB、RAM は 10 MB で、NTSC 規格のビデオ信号を直接取り込み、リアルタイムで処理できる性能がある。

GR-PEACH とカメラモジュール、モータドライブ基板は、コネクタの形状が合わないのでシールド基板 (写真 2) を介して接続する。シールド基板はそれ以外に、パラメータ設定用のディップスイッチや、カメラモジュール MTV-54 K0N 用の 12V 電圧昇圧回路などを搭載している。

電池は充電電池4本を回路用、4本をモータとサーボ用に使用することが決められている。

4. 車体

車体は、ベーク材という基板の母材となる材質を使い製作している(写真3)。値段が安く加工しやすいが軟らかいため、たわんでしまう。そこでベーク材のシャーシを電池ボックス上下の二重構造にして強度を持たせた(写真4)。カメラ部分はネジを緩めて角度を調整できるようにした(写真5)。下に向きすぎると先が見通せず脱輪し、前を見すぎると外乱を拾って脱輪してしまう。何百回も走行・確認を繰り返し、ちょうど良い角度を見つけるのが大変だった。

日立ドキュメントソリューションズで販売されている画像処理マイコンカー製作キット(写真6)は、カメラが車体に固定されている。私が自転車に乗っているときは行く方向に視線を向ける。それと同じ動きにしたかったので、カ

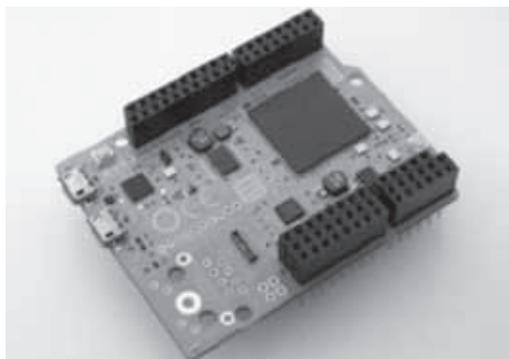


写真1 GR-PEACH マイコン基板

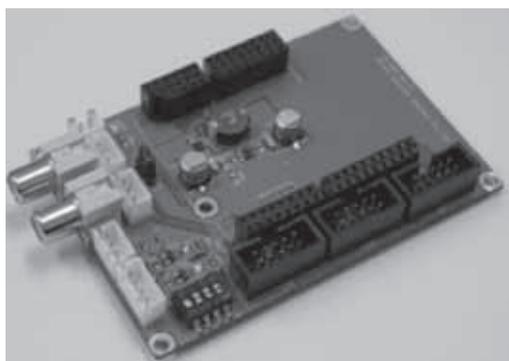


写真2 シールド基板(GR-MCR 基板)

メラは前輪が取り付けられているシャーシに取り付け、行きたい方向を向くように製作した。

5. 競技コース

競技コースは幅300mmで、図1のように中

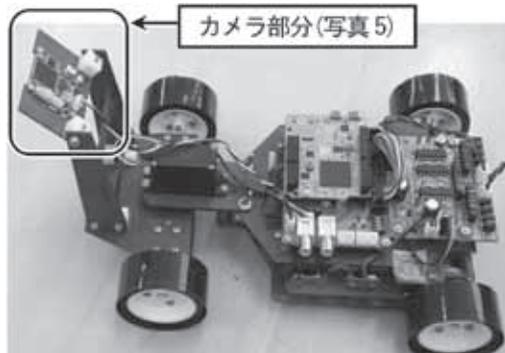


写真3 製作したマイコンカー

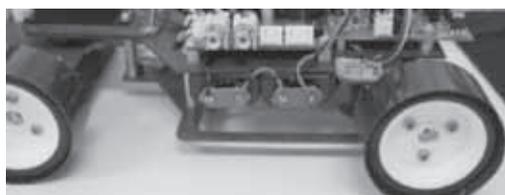


写真4 ベーク板の二重構造

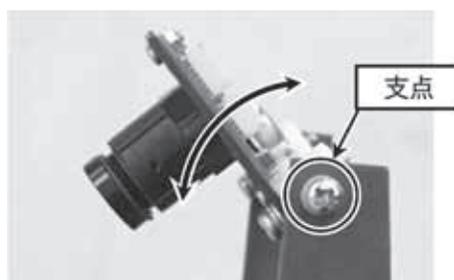


写真5 カメラの角度調整

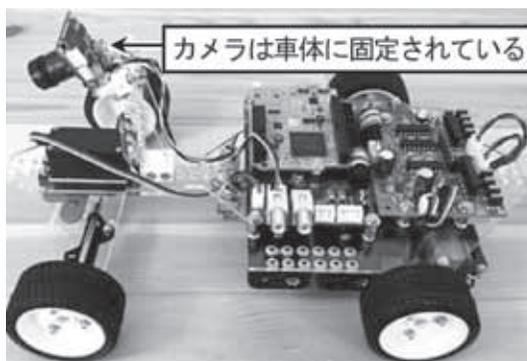


写真6 画像処理マイコンカー製作キット

心と両端が白色，中心の白色の両端に灰色，それ以外が黒色のコースを走行する。

写真7に，2020年1月に北九州市の西日本総合展示場で開催されたJMCR 2020 全国大会のコースレイアウトを示す。アドバンスドクラスやベーシッククラスと違いクロスラインやハーフラインがないため，カメラクラスではレーンチェンジ(図2)やクランク(図3)が通常走行中に突然出現する。特にクランクは直角に曲がらなければいけないので，できるだけ早くクランクを見つけて減速させるのにとっても苦労した。

6. プログラム

(1) 信号の取り込みと“0”・“1”変換

カメラモジュールから出力されるNTSC規格



図1 コース規格



写真7 JMCR 2020 全国大会のコースレイアウト



図2 右レーンチェンジ



図3 右クランク

の信号は，1秒間に30枚の画像を伝送し映像にする方式で，GR-PEACHはこの信号を受信し1秒間に30枚分の画像を取り込む。カメラは横542×縦496ピクセルの解像度があるが，データ量が多すぎるとプログラムが大変になるので，横160×縦120ピクセルで画像を取り込んでいる。取り込んだ0(黒)～255(白)のデータは，しきい値以上を“1”(白)，未満を“0”(黒)に変換する。しきい値は会場の明るさで変化するので，試走やコース脇でチェックして，コースの白黒が見分けられる値を見つけることが完走の必須条件となる。宮崎県大会では180をしきい値とした。

(2) コーストレース方法

“0”または“1”に変換したデータは，中心行の8bit(図4)を取得し(以後，中センサという)，中心の白線のずれに応じてハンドルを曲げ，スピードを調節する。図5は右カーブの状態，右にハンドルを曲げ，内輪(右タイヤ)の回転を少なめにして走行させる。図6は右クランクの状態，上の行8bit(上センサという)の右半分が反応したときとする。ただし，カーブでコース端の白色を上センサが読んで半分“1”になることがあるため，この条件に加え中センサの中心2bitが“1”になったときをクランクとした。図7は右レーンチェンジの状態，上センサがすべて“0”で，上幅広センサの左側が“1”，中センサの中心2bitが“1”になったときとした。

このように，中センサ，上センサ，上幅広センサの値を組み合わせると，如何にコースの状況判断させるかがプログラムのポイントとなる。

(3) 宮崎県大会

大会前の部室での練習はカーテンをしめきり，外乱(外からの光)が入らないように練習していた。会場の体育館は，カーテンが閉められていたが床面にある窓から入り込む光で，トンネル部分の陰で中心線も含めすべて“0”に

なり、中心線を見失い脱輪してしまった。県大会は半周のタイムを競ったが1回目は誰も完走できなかったため、2回目はトンネルの上のコースを外し陰がない状態で走行させ、何とか完走することができた。

(4) 九州地区大会

県大会はしきい値を180以上で“1”と判定していたが、トンネル部分は中心線があるにも関わらず、すべて180未満になっていた。先生と対策を検討した結果、8点すべてが180未満なら、8点のうちの、最大値・最小値を使い、

しきい値 = (最大値 - 最小値) × 0.7 + 最小値の計算を行い、しきい値を可変することにした(表2)。ただし、レーンチェンジで中心線が無くすべて黒(“0”)のときも、必ず“1”が1つ以上でてくる。そのため、隣同士のビットの差分(絶対値)が8以下なら、すべての値は“0”にした(表3)。九州大会では、これらのパラメータやクランク、レーンチェンジの角度やスピードがコースに合わずに脱輪してしまったが、全国枠の3台に満たなかったため半周を走る3回目を行い、なんとか辛勝し全国出場の切符を手にした。

(5) 全国大会

九州大会の反省を活かし、クランクやレーンチェンジで必ず安定して走行できるブレーキの時間やモータのPWM値など、パラメータの値を徹底的に見直したり、電池の電圧管理を徹底的に行った。結果は、優勝という形で有終の美を飾ることができた。

7. 最後に

優勝できたのは自分ひとりの力では無理で、顧問の先生をはじめ部員や家族のサポートのお

かげです。本当にありがとうございました。



図4 通常走行(直線)



図5 通常走行(カーブ)

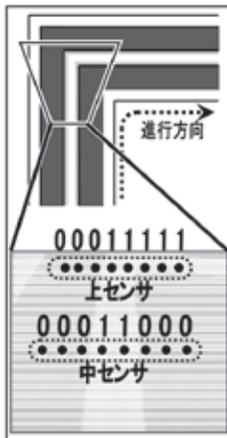


図6 右クランクの判定

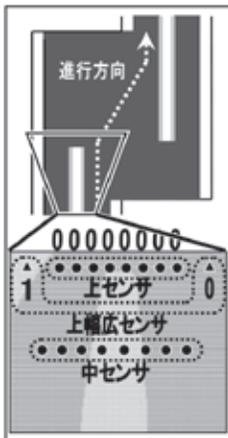


図7 右レーンチェンジの判定

	中センサの各ビットの値(白が“1”、黒が“0”)									しきい値	センサ値
	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	しきい値		
カーブ中	190	97	86	77	70	65	63	72	180	1000 0000	
トンネル	121	74	59	50	48	48	51	77	99	1000 0000	
トンネル	73	55	49	46	48	44	44	77	67	1000 0001	
レーンチェンジ ですべて黒色	86	90	92	92	91	95	96	97	93	0000 0111 本当はすべて0	

表2 しきい値を可変したセンサ値(レーンチェンジは正しくない)

	隣同士のビットの差分(絶対値)								しきい値	センサ値
	7-6	6-5	5-4	4-3	3-2	2-1	1-0	しきい値		
カーブ中	93	11	9	7	5	2	9	180	1000 0000	
トンネル	47	15	9	2	0	3	26	99	1000 0000	
トンネル	18	6	3	2	4	0	33	67	1000 0001	
レーンチェンジ ですべて黒色	4	2	0	1	4	1	1	256	0000 0000 今回は正しい	

表3 表2の隣同士の差分で判定を加えたセンサ値(どれも正しい)

工業教育資料 通巻第 392 号
(7月号)

2020年7月5日 印刷
2020年7月10日 発行
印刷所 株式会社インフォレスト

© 編集発行 実教出版株式会社

代表者 小田良次
〒102 東京都千代田区五番町5番地
- 8377 電話 03-3238-7777
<http://www.jikkyo.co.jp/>