

サッカーロボットの制作

電子情報技術科 真崎 澄浩

Production of soccer robot Sumihiro MASAKI

概要 当校の電子情報技術科では、電子回路設計とマイコンプログラミングをカリキュラムとして取り入れている。ハード・ソフト両方における技術研鑽を目的として自律走行ロボットを制作し、競技会に出場したことについて報告する。

1. はじめに

自律走行ロボットの競技として全国的に「ロボカップジュニア サッカーロボット競技」が行われており、当校を競技場として島根ブロック大会が開催されている。中国職業能力開発短期大学校ポリテクビジョンにおいて同じルールでサッカーロボット競技会が行われている。当校において学生が能開大への出場を考え、参加するために競技用のロボットを作成することになった。相手ロボットと衝突または、避けながら、ゴールにボールを運び込むロボットを作ることをテーマとして取り組んだ。

使用されている。赤外線パルスを用いることで、外光に含まれる赤外線に影響を受けないように考えられておりパルスボールの位置を特定することができる。ただし、パルス発光する赤外線を識別できるような能力を必要とする。

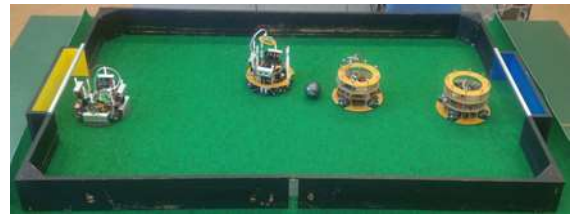


図1 競技に使われるフィールド

2. サッカーロボット競技について

サッカーロボット競技とはスポーツのサッカーと同様、指定されたフィールド上で相手ゴールにボールを入れて得点を競う競技である。競技フィールドは図1に示すように縦122cm×横183cmの壁付の範囲で壁の高さは14cmとなっている。プレイヤーとなるサッカーロボットは、1チーム2台のロボットで通常のサッカーと同様に、相手ゴールにボールを入れて得点を競う競技である。試合時間は前半4分、後半4分、インターバル3分の合計11分で行うことになっている。

ボールは赤外線をパルス発光するものを使用する。

ロボットの仕様は表1に示すように出場規定として定められている。サッカーロボット本体の規定については表1に示すようになっている。

サッカーロボット競技においては直径7.4cmの赤外線パルスを発光するボールが競技用ボールとして

表1 サッカーロボット競技会の規定

各仕様	規定値
直径	22cm 以内
高さ	22cm 以内
重量	2.5kg 以内
保持エリア	3cm 以内
電源電圧	15V 以内

3. 機体の構成

制作するサッカーロボットの機体構造を図2に示す。競技会規定のロボットサイズより10mm小さい円形を基準とし限られたスペースに各種センサ、モータ、マイコンを配置する必要があるため多層構造とした。



図2 機体構造図

基本コンセプトとして、「ボールをゴールに入れる。」をただ一つの目標として「自機」と「ボール」と「相手ゴール」のことに対処するロボットを制作するものとし、相手ロボットは「移動する壁」としてプログラムからは排除して「相手ロボットは探さない」とシンプルな考え方をとることにした。それでも存在はしているので、ロボット同士が衝突したときの強度面を考慮して、各層金属板をベース材として機体構成し、金属板に各機能の部品を取り付けることとした。

アルミ板の3層構造とし、金属板に取り付ける部品の取付穴を位置・方向を変更して、水平方向の調整を行い、アルミ板の層間を金属スペーサの長さ変更により垂直方向の高さ調節を行うことで、部品の高さ位置を整えるように機体構成を簡単に変更できるようにした。

最下部の金属板から1層目とし、一番上を3層として3層構造としている。1層目は移動の動力としてモータを配置し、機体の頑丈さのためにステアリング機構を作らずホイールをアルミ製のオムニホイールとし、3つのモータの回転制御によりロボットの進行方向を制御することにする。これによりロボット同士の衝突により舵輪機構などの保護を考える必要がなくなり頑丈で壊れにくいロボット本体となる。

モータは高トルクのギヤードモータとする。これでもホイールのサイズと合わせれば十分な回転速度とトルクとなり移動速度としてもかなりの速度が確保できた。1層目の赤外線センサはパルスボールの位置情報を特定できるよう高さ6.5cmに配置する。2層目の超音波センサはパルスボールより高い位置、かつ壁までの距離を検出できるよう高さ10cmに配置した。3層目はメンテナンス性を考慮し、配線数の多いマイコン、操作用SW、機体の向いている方位

を検出するコンパスセンサを配置した。スタート時に方位を計測、ロボットの前方を相手ゴールに向けて相手ゴールの方位を記録することで常にゴール方向を方位センサによりロボットの向いている方向をチェックできるようにする。調整と方位設定が簡単になるようにコンパスセンサは、着脱しやすいようにマジックテープで移動、方向を変更しやすいようにしている。起動時の精度を上げ、確認できるようにするためである。

3. 1 ボディ

制作した機体を図3に示す。

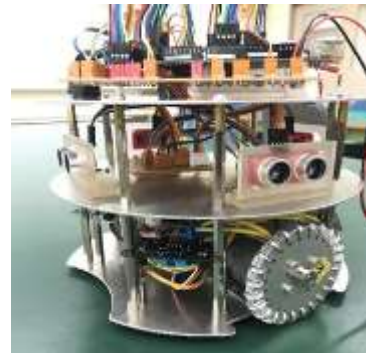


図3 作成した機体

金属板の加工においてはAUTODESK社の「AUTOCAD」を使用し設計を行い、円形加工と初期穴開けは生産技術科に依頼した。設計における基本知識の不足により度重なる修正が必要となったが、機体同士の衝突にも耐えられる構造に機体を仕上げることができた。バッテリーは単体では金属板に取り付けができないため、バッテリーが移動し動かない様にマウントを必要となっていたがサイズが大きくなり専用マウントを取り付けるスペースが確保できず第2層にギリギリ機器の隙間にマジックテープにて張り付けていた。そのため充電作業の着脱時にかなり手間がかかっていたが、バッテリーの小サイズで電気容量が同程度の物を手に入れることができたため、バッテリーの交換を簡単に出きるようにAUTODESK社の「Fusion360」を用いて専用のマウントを3Dプリンタにて制作した。制作したマウントを図4に示す。これによりバッテリーを最上層から手早く外し交換固定できるようになってメンテナンスがやりやすくなった。同じように超音波センサ

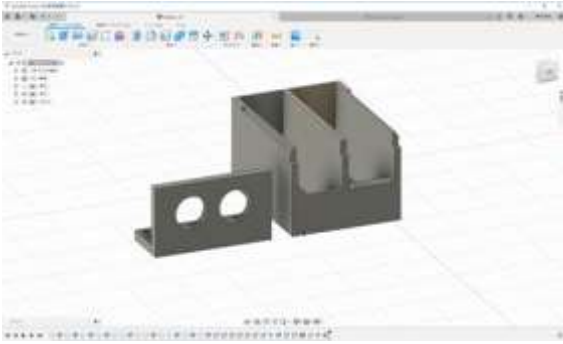


図4 Fusion360で制作したマウント
(左：超音波センサ用、右：充電電池用)

の固定マウントも電子情報技術科の学生には加工や形状変更がしにくいアルミ板から3Dプリンタで作成した樹脂製に変更した。

3.2 電子部品配置

各部品の接続・配線においては、各層ごとのセンサ部品、モータなどへの配線用に分岐用の基板を配置し、層内配線と層間配線を分離しすることにした。図研社の「デザインエディタ」「Design Force」、MITS社の「Design Pro」を使用することで設計を行い、基板加工機で加工を行った。赤外線センサの配置を1枚の基板にまとめ、機体中央で一層を専有していた設計から感度と精度を上げるため、機体外周へと移動と各方位ごとに分離型に変更しモータと同じ1層外周に近づけた。4枚8個の赤外線センサ基板を作成しロボットの進行方向に対して、45°ずらし、×印になるように配置し取り付け。8方位。センサの数が多く実際に計測値をモニタリングして開発していくためにArduinoマイコンArduino Mega 2560 Rev3を使用した。マイコンが計測した各種センサ情報をプログラム開発用のUSB接続を介してパソコンから確認できるので開発が容易になるところから

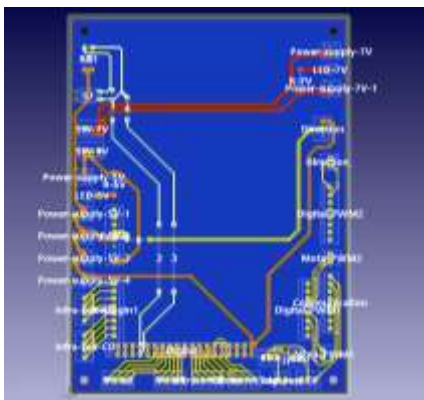


図5 マイコン取り付け基板の回路図

も採用した。Arduinoマイコンと各ユニットを接続し制御するために制作したマイコン取り付け回路基板のパターン図を図5に示す。

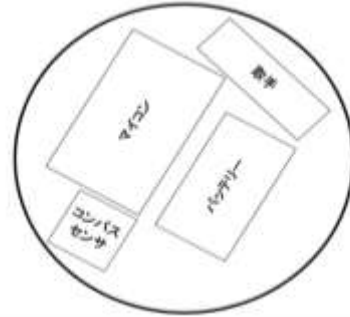


図6 3層部品配置図(最上層)

4. ソフトウェア

方位センサを用いて自機の方向をチェックし、基本的に常にロボットが相手ゴールの方向を向くこととするようにプログラムを作成する。そのため



図7 2層部品配置図(中間層)

コンパスセンサを利用して行うこととする。超音波センサによって壁との距離を計測しフィールド上の座標位置を求め、フィールドの中央から相手ゴール寄りか自軍のゴール寄りかを判断する。その結果によりロボットの行動パターンを選択することにし、相手ゴールに近いときはそのままボールに近づくプログラムへ、自軍ゴールよりにある時は、オウンゴールを避けるため、ボールに直線的に近づくのではなく迂回して自軍ゴールとボールの間に自機を入れてからボールに接触を試みるようプログラムを作成することにした。ボールに接近・接触するためのセ

ンサは、赤外線センサを複数使い、それぞれのセンサ配置と測定値より自機からボールへの方向と距離を求めることとする。

赤外線センサにより自機からボールへの方向と距離を求めるようにパルス信号の強度に応じてプログラムにより距離に変換して距離情報を利用して、現在の自機の位置とボールの位置を相対距離と方位として認識活用できるようにする。ボールが機体の後ろ側にある時、機体が回り込み、常にボールを機体の正面でとらえる動作をするプログラムを作成した。

赤外線センサから読み取った値をモニターに出力した画面を図8に示す。

赤外線1: 3.4	赤外線2: 4.46	赤外線3: 61.124	赤外線4: 469.456
赤外線1: 3.4	赤外線2: 3.40	赤外線3: 62.93	赤外線4: 474.445
赤外線1: 3.4	赤外線2: 4.37	赤外線3: 73.89	赤外線4: 482.427
赤外線1: 3.4	赤外線2: 4.31	赤外線3: 70.86	赤外線4: 450.440
赤外線1: 3.4	赤外線2: 4.36	赤外線3: 95.102	赤外線4: 457.462
赤外線1: 3.4	赤外線2: 4.36	赤外線3: 87.114	赤外線4: 446.469
赤外線1: 3.4	赤外線2: 4.35	赤外線3: 63.87	赤外線4: 437.449
赤外線1: 3.4	赤外線2: 4.23	赤外線3: 94.111	赤外線4: 462.445
赤外線1: 3.4	赤外線2: 4.26	赤外線3: 95.116	赤外線4: 449.465
赤外線1: 3.4	赤外線2: 4.22	赤外線3: 87.104	赤外線4: 471.466
赤外線1: 3.4	赤外線2: 4.22	赤外線3: 66.104	赤外線4: 453.469
赤外線1: 3.4	赤外線2: 4.21	赤外線3: 75.96	赤外線4: 453.472
赤外線1: 3.4	赤外線2: 4.35	赤外線3: 77.80	赤外線4: 456.443
赤外線1: 3.4	赤外線2: 3.51	赤外線3: 71.70	赤外線4: 472.458

図8 赤外線センサから読み取った値

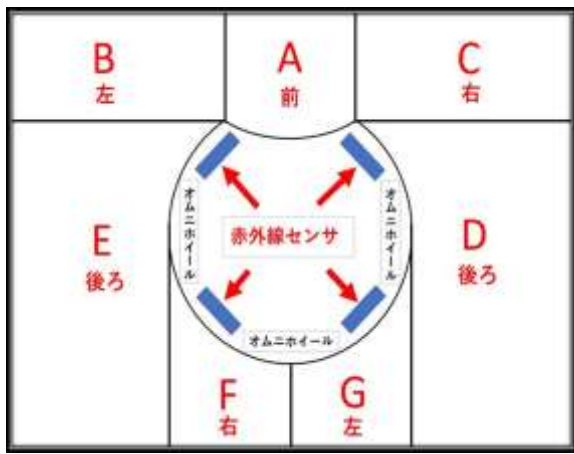


図9 1層部部品配置とセンサの感知範囲区分け図

オウンゴールをしない様に自機を中心にボールと自機の位置関係範囲を区画分けして、図のようにボールの存在エリアがどこになっているかを赤外線センサによる計測位置範囲のエリア値に応じてプログラム動作するようにした。(前提としてロボットは相手ゴールに向いている)例えば、Fにボールがあった場合、そのまま速くボールに向かうとオウンゴールする可能性があるので機体を右に動かし、

自機、ボール、ゴールが一直線に並ばない様にし、自動的にEの範囲に移り機体が後退し、そして機体がBの範囲に入ると左に動き、最終的にAの範囲に入るようにプログラムをくんでいるため、ボールが機体の後ろにあっても回り込むためオウンゴールしないようにした。

また、機体の向きがずれたとしても、方位センサで向きを修正するため敵味方のゴールを区別して動作することが可能になっている。

ボールがコートの角に行ってしまうロボットの移動でボールコントロールできなくなってしまった場合を想定し、その場でロボットの機体を1回転させることで摩擦力によりボール自身に回転力をつけボールを角から出すことができるようにした。相手ゴール側の角にいる場合は相手ゴール方向である内側に、自軍ゴール側にいる場合は、前方に掃き出す回転方向になるようにした。

一回転後状態は通常ボールの位置を探索するモードから変異するように組むこととした。

現状として、

- ① 一直線にボールに向かって、ゴール。
- ② ボールを検索してゴール。
- ③ ボールが横もしくは、後方にある時は回り込み後に①につなぐ

と3通りのゴール方法をとることができるようになった。

5. おわりに

初期目標であるボールをゴールに運ぶことに対してはほぼ達成することができ、相手機体を検知なくとも、マシンパワーと、スピードでボールを運ぶことができています。

今後の課題としては、今回、相手のロボットを移動する壁として考え、フィールドの誤情報として処理をしていた。これをしっかり相手ロボットと識別し、周囲の物体の識別をできるようにし、他の用途への転換ができるような移動型ロボット課題として考えられる。

参考文献

ロボカップジュニアジャパン公式HP

<https://www.robocupjunior.jp/info.html#soccer>