

サッカーロボットの製作

～ロボカップ世界大会に参加して～

新潟県立柏崎工業高等学校 機械部

電子機械科 3年 今泉 峻生

電気科 3年 田村 昌寛

指導教諭 田中 秀和

1. はじめに

ロボカップとは、ロボットによるサッカー競技を研究課題とし、ロボット工学や人工知能の研究を推進するために始まった国際プロジェクトである。95年に日本の研究者が中心となって構想を発表し、97年には名古屋で第1回目の世界大会が開催された。その後、世界大会は毎年世界の各都市で行われ、現在では世界36か国4,000人以上の研究者や学生が参加する大会となっている。また、競技は研究レベルや内容によりさまざまに分類されており、大学・企業などの専門分野から、次世代の科学技術の担い手となる小・中学生まで幅広く参加ができるように考慮されている。

2. 機械部における取組み

本校機械部では以前からアイデアロボット

や相撲ロボットなど、さまざまなタイプのロボット製作を行ってきており、全国大会への出場など、それなりの成果をあげてきていた。そんな中、今年5月、新潟市にオープンする朱鷺メッセ開業イベントの一つとして、「ロボカップジャパンオープン2003」が開催されることとなった。私たちも、ぜひ参加したいと考え、今回は、前記の種目の中からJr.サッカー競技に的を絞り、製作を行うこととした。

3. Jr.サッカー競技の概要

縦が約1.8m、横約1.2mのフィールド内で、直径22cm、高さ22cmの円筒に収まる大きさの自立型ロボットが、2対2で対戦を行う競技である。

前・後半共に10分間で、通常は2台のうち1台が攻撃、もう1台がゴールキーパーマシンとなり、赤外線を四方に発するボールを追

表1 ロボカップ競技概要

ロボカップサッカー	主に大学・研究者などを対象とした競技(一部高校生参加)
小型ロボットリーグ	直径18cm以内の自立型ロボット5台によるサッカー競技
中型ロボットリーグ	直径50cm以内の自立型ロボット4台によるサッカー競技
4足ロボットリーグ	4足エンタテイメントロボットによる4対4サッカー競技
シュミレーションリーグ	コンピュータ上の仮想フィールド内でのソフトウェア対戦競技
ヒューマノイドリーグ	2足歩行自立型ヒューマノイドロボットの公開演技
ロボカップレスキュー	災害救助ロボットの研究開発のため、模擬的被災オフィスを競技会場として、被災者の発見の効率と精度を競う。
ロボカップジュニア	次世代のロボカップの担い手となる小・中・高生を中心とした競技
サッカー(プライマリー)	直径22cm以内の2対2の自立型ロボットが赤外線を発するボールを使ってサッカー競技を行う。
サッカー(セカンダリー)	プライマリー(小学生部門)、セカンダリー(中高生部門)
ジュニアダンス	自立型ロボットが音楽に合わせて2分間のダンスを行う。創造性やエンターテイメント性を競う。

って競技を行う。このため、可視光線を含み、あらゆる光がロボットから発せられない構造となるように注意が必要である。

また、自陣の方向、ロボットの方位検出などは、床のグラデーションもしくは磁気センサなどを用いて行い、相手マシンやコート壁への衝突

をできる限り避けるため、タッチセンサや超音波センサなどが利用されている。そういった意味で、このロボットを製作するためには、これらの各種センサと足回りのモータスピード、それらの情報を処理し制御を行うマイコン・プログラムなど、総合的な技術が必要であるといえる。

4. 製作

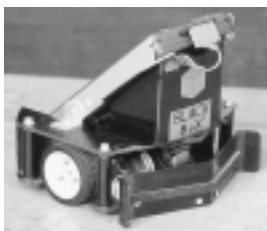
この大会の以前にも何度が行われた県内大会において、機械部、課題研究班など、本校では、すでに数チームが参加をしており、そこである程度の成績を残していた。

今回優勝したマシンは、それらのうちの1台を徹底的に分析し、さらに独自のアイデアを取り入れることで、攻撃マシン(写真1)、キーパーマシン(写真2)共に、他チームにない動きと機能を持ったロボットに作り上げることができた。

(1) ロボットの特徴

2台に共通する特徴として、まずあげられるのは、全体の制御をポケットコンピュータによって行っているということである。

ポケットコンピュータを使ったことで入出力の数は、ワンボードマイコンなどを使用したチームに比べ非常に限られてしまうが、逆に、プ



写1 攻撃マシン



写2 キーパーマシン

ログラムの変更や細かな修正がその場ですぐにできるという利点がある。今回の競技では特に、試合中のボールの流れをうまく見極め、それに対応していくことが重要なポイントとなる。そういった意味で、試合の状況を見ながら、その場でロボットの旋回時間やスピードなどを臨機応変に書き換えることのできるポケットコンピュータは、非常に有効であった。

(2) 攻撃マシン

攻撃型マシンの足回りは(写真3)、ある程度のスピードさえあれば相撲ロボットなどのように大きなパワーは必要とはしない。逆に、相手に衝突した時に与えるダメージを考慮すれば、市販の模型用ギヤボックスで十分であることから、本校では、タミヤのハイパワーギヤボックスを使用し、これに同じくタミヤの模型用タイヤを取り付けている。

センサとしては、ボール認識用の赤外線センサとして東芝のフォトダイオードTPS703を左右に2個ずつ、前部バンパー(写真4)には壁・その他のロボットとの接触を感知するタッチセンサを左右1個ずつ取り付けてある。また、ロボットの位置をある程度認識す



写3 攻撃マシン足回り



写4 攻撃マシンバンパー部分

るために、床センサとしてOMRONのEE-SB5 フォトマイクロセンサを用いている。

本体の構造上の特徴としては、前面バンパーの形状と、そこに貼り付けられた卓球ラバーがあげられる。これらは、プログラムの制御とあわせて、コートや相手ロボットとの間に挟みこまれたボールを、うまくかき出すために非常に有効に働いてくれた。

(3) キーパーマシン

こちら基本的な部分は攻撃型とほぼ共通しており、足回りにはタミヤのギヤボックスとタイヤが使われ、また赤外線センサやタッチセンサなども、ほぼ同じ素子と回路が利用されている。

しかし、そのタイヤ配置(写真5)には、これまでには見られなかった全く新しいアイデアが盛り込まれている。

キーパーマシンは、このタイヤ配置にしたことにより、ゴール前を円弧状に移動し、ゴール正面からのボールだけでなく、左右方向からの攻撃に対しても、常にロボットの前面部分でボールを受け止められるようになった。さらに、タイヤには卓球のラバーが巻きつけてあり、たとえボールをはさんで相手ロボットに押し込まれても、滑りの無い非常に後ろに下がりづらい構造とすることができた。

(4) プログラム

今回のジャパンオープン以前には、ポケコンによるベシック制御を行ってきた。

これは本校においては、1年生当時から授



写5 キーパーマシンのタイヤ配置

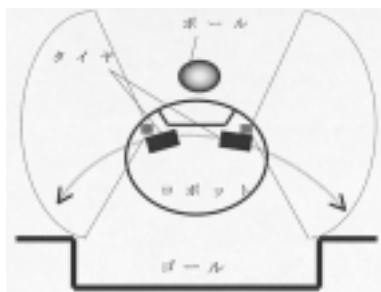


図1 キーパーマシン動作図

業で習ってきている言語であるため、非常にわかりやすいという反面、処理速度が遅く、足回りのスピードを上げるとロボットがボールに追従できなくなるという欠点があった。

このため、今回は、製作が始まった当初から、C言語での制御に切り替えることを目標とし、説明書などを参考にしながら、なんとかプログラムを作り上げることができた。

その結果、特に攻撃マシンにおけるボールへの追従性能が格段に上がり、ロボットのスピードも、こちらの期待通りのところまで上げることができるようになった。

また、前述したように、ポケコンを使用したことによる利点として、プログラム中の変数や旋回方向の設定を、スタート時に入力変更できるという点が上げられる。

ロボットは、キックオフ時に一度セッティングを行ってしまった後は、その位置や方向を勝手に変えることはできない。しかし、いくつかの項目を変数で入力できるようにしておくことで、スタート時の相手ロボットとボールの位置関係にあわせて、こちらの動きを変化させることが可能となった。

5. 試合での様子

5月に新潟市で行われたジャパンオープンでは、今回出場したJr.サッカー競技部門を含めロボカップの全ての種目が一つの会場で

行われ、それ以外にも各種企業のイベントが同時に開催されていた。そのため、周囲には白熱電球など、赤外線を非常に強く発する照明も多数使用されており、センサの感度調整には非常に気を使うこととなった。感度をギリギリまで上げてしまうと、外部赤外線に反応してしまい、なかなか練習時のようにうまくボールを感知することができない状況であった。

特に、キーパーマシンの方は左右の赤外線センサの両方に反応を示すことが多く、ボールが来てもロボットがそれを認識できず、その場から全く動かないという状態が続いた。

この結果、予選リーグの最初の試合では、攻撃マシンが5得点を挙げながらも、逆に相手チームにも5点を奪われ、引き分けという結果となってしまった。

これに対応するため、その後の試合からは、センサの感度に関しては外乱を完全にカットできる程度にまで落とし、逆に、プログラムの方は少しでもボールを感知したら大きくそちらの方向に移動するというものに変更した。これにより、なんとか予選をきりぬけ、決勝トーナメントへと進むことができた。

後半戦に入ると周囲に人だかりが増え、外乱がかなり抑えられたこともあり、今度はキーパーマシンの方も再びセンサ感度を上げ、ほぼ本来の性能に近い動きを発揮することができるようになった。その結果、失点を最小限に抑えることにつながり、見事この大会での優勝を勝ち取ることができた。さらには、イタリアで7月に開催される、世界大会への出場権も得ることとなった。

6. おわりに

今回、幸運にもジャパンオープン優勝、イ



写6 柏崎時報掲載



写7 世界大会の様子

タリア世界大会出場、という貴重な経験をすることができた。

残念ながら、世界大会においてはマシンの整備不良により、十分に実力を発揮できないまま、1敗1分で予選敗退という結果となってしまった。他チームの試合を見た限り、本チームでも十分に上位入賞を狙える可能性があっただけに、非常に悔しく思っている。しかし、それ以上に今回の競技を通じて多くの国々の仲間たちとさまざまな場面で交流をし、ものづくりに対する情熱や、製作技術・アイデアなどについてより広い視野で考えられるようになったことは、私たちにとって大変貴重な良い経験となった。

今後も、この競技が後輩達に引き継がれ、より素晴らしいマシンが作られていくことを期待したい。