

京都教育大学附属高等学校

電子工学部

$$e^{\pi i} + 1 \text{ (ZERO)}$$

山岸信博 田中秀典 辰巳颯一 阪口星来 大前瞭太

目次

- 1 はじめに
- 2 ハードウェア
 - 2.1 オムニホイール
 - 2.2 モータードライバー
 - 2.3 I R センサー
 - 2.4 超音波センサー
 - 2.5 キッカー
- 3 アルゴリズム
 - 3.1 ゴール前に確実に戻るプログラム
 - 3.2 ボールを追うプログラム
- 4 まとめ
 - 4.1 今後の課題
 - 4.2 世界大会を振り返って

1. はじめに

私たち、京都教育大学附属高等学校電子工学部は $e^{\pi i+1}$ (ZERO)としてロボカップジュニアサッカーチャレンジに参加しています。

ロボカップとは「西暦 2050 年サッカーの世界チャンピオンチームに勝てる、自律型ロボットのチームを作る」という夢に向かって人工知能やロボット工学などの研究を推進し、様々な分野の基礎技術として波及させることを目的としたランドマーク・プロジェクトです。ロボカップの競技には大きく分けて4つがあります。



1. サッカー
2. レスキュー
3. @ホーム
4. ジュニア

ジュニアも3つのチャレンジに分かれています。



1. サッカー
2. レスキュー
3. ダンス

ロボカップジュニアサッカーチャレンジでは自立型ロボット2台ずつで試合をします。自立型ロボットなので、一旦スタートさせてしまうとどちらかのチームが得点を決めるまで操作することは許されません。よって、ロボット自身が赤外線ボールを発見し、ゴールに入れなければならないのです。そのため、各チーム様々な工夫をしています。このパンフレットではポスター発表で説明し切れなかった私たち $e^{\pi i+1}$ (ZERO)のハード面、ソフト面の工夫について書いていきたいと思えます。

2. ハードウェア

2.1 オムニホイール

去年はダイセン電子工業のオムニホイールを使用していました。しかし、今年からバージョンBでの参加となったため、コートがグレースケールからグリーンカーペットに変わりました。そこで、食いつきを良くするために金属オムニを使用しました。金属オムニ自体は市販もされているのですが、リングが外れやすいため、自作をすることに決めました。大会ごとにオムニホイールを改良した結果40個以上作りました。

京都ノードで使った1代目のオムニは小さな車輪をただ円形にただけだったので、カーペットを削ってしまい、改良が求められました。

京滋奈ブロックで使った2代目のオムニは、1代目のオムニの小さな車輪の角を丸くしてカーペットを削らないように加工しました。しかし、少し削ってしまったため、さらなる改良が求められました。

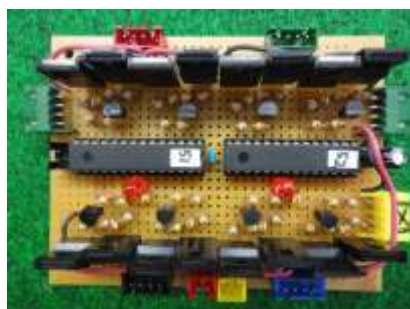
ジャパンオープンで使った3代目のオムニにはリングを取り付けました。しかし、溝が浅く、リングも細かったため、リングが外れたり、切れたりしました。

世界大会で使った4代目のオムニは3代目のオムニよりも小さな車輪を厚く、溝を深くし、リングを太くして、外れないように改良しました。その結果、世界大会では8個のオムニホイールの全112個のリングのうち外れたのは2個だけでした。



2.2 モータードライバー

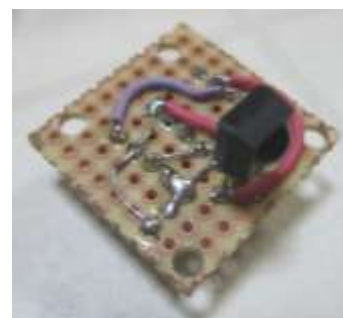
去年まではダイセン電子工業製の6CH モータードライバーを使用していました。このモータードライバーは最大電流が3Aですが、今回使用したモーターを動かすには3A以上の電流を流すことが必要だったため、それに対応したモータードライバーを自作しました。今回自作したモータードライバーは最大電流が25Aとなり、使用したかったモーターが使用可能になりました。さらに、現時点ではノイズ等による不具合も観測されておらず、とてもよい状態です。



2.3 | IRセンサー

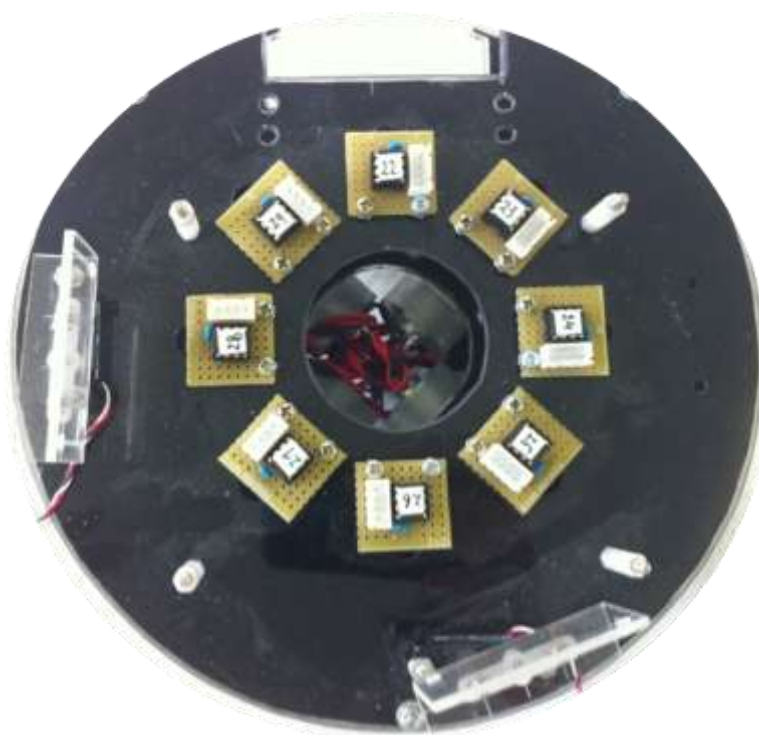
サッカーバージョンBのルールはパルス波型の赤外線発光ボールを使用するので去年のAオープンのように「太陽光の赤外線に反応して、ボールを追えない状況」にはならなくなりました。

そこでパルス波のみを探し出すためにIRセンサーを開発しました。使ったのは赤外線リモコンモジュール IRM-2121 です。38kHz付近の波形のみを受信でき、比較的安定した波形が読み取れたので使用しました。



デューティー比の測定にも工夫があります。まず、LPFを通してADCで読み取ろうと考えました。しかし、実験したところ安定した波形を得ることが出来ませんでした。次に、デジタルカウンタを使用し、受光時間を測定しようと考えました。10回のデータを平均することで安定した波形を得ることが出来ました。

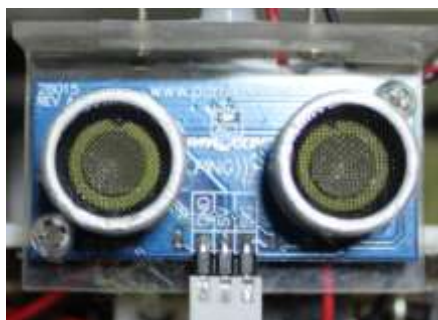
このIRセンサーをロボット基につき8つ付けています。



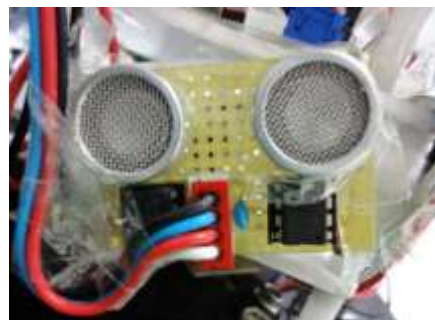
2.4 超音波センサー

ロボットがいる位置を認識するためのセンサーで、ロボットの左、右、後ろの三か所につけています。

ダイセン電子工業が販売している周波数が40kHzの超音波センサーは、ほとんどのチームが使用していて、干渉する恐れがありました。そこで周波数が33kHzの超音波センサーを自作しました。ジャパンオープンの頃から製作し始めたのですが、悪い指向性が見られ、個体差も大きかったので使用できる状態にするのが難しく、世界大会までには1つしか完成させられませんでした。



PING))) (ダイセン電子工業)

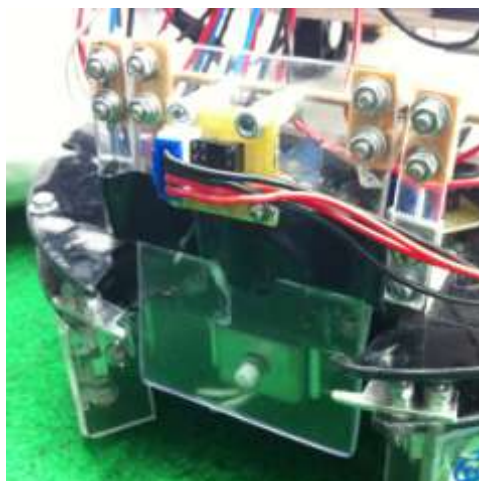


自作した超音波センサー

2.5 キッカー

今年からキッカーの搭載に挑戦して、世界大会の時には搭載できました。

チョッパ回路で3～6秒間昇圧することにより約200Vをコンデンサに溜め、ソレノイドでキックします。そのキックするタイミングというのが重要で、ボールを捕獲したという判断が早いと、空振ってしまい、遅いと、キックする前にゴールの方にボールを運ぶので、キッカーの意味をなさなくなってしまいます。タイミングを図るためにレーザーを使うことを考えました。しかし、良い固定法が見つからず結局はIRセンサーを新たに付け、その値と継続時間を見て判断することにしました。



3. アルゴリズム

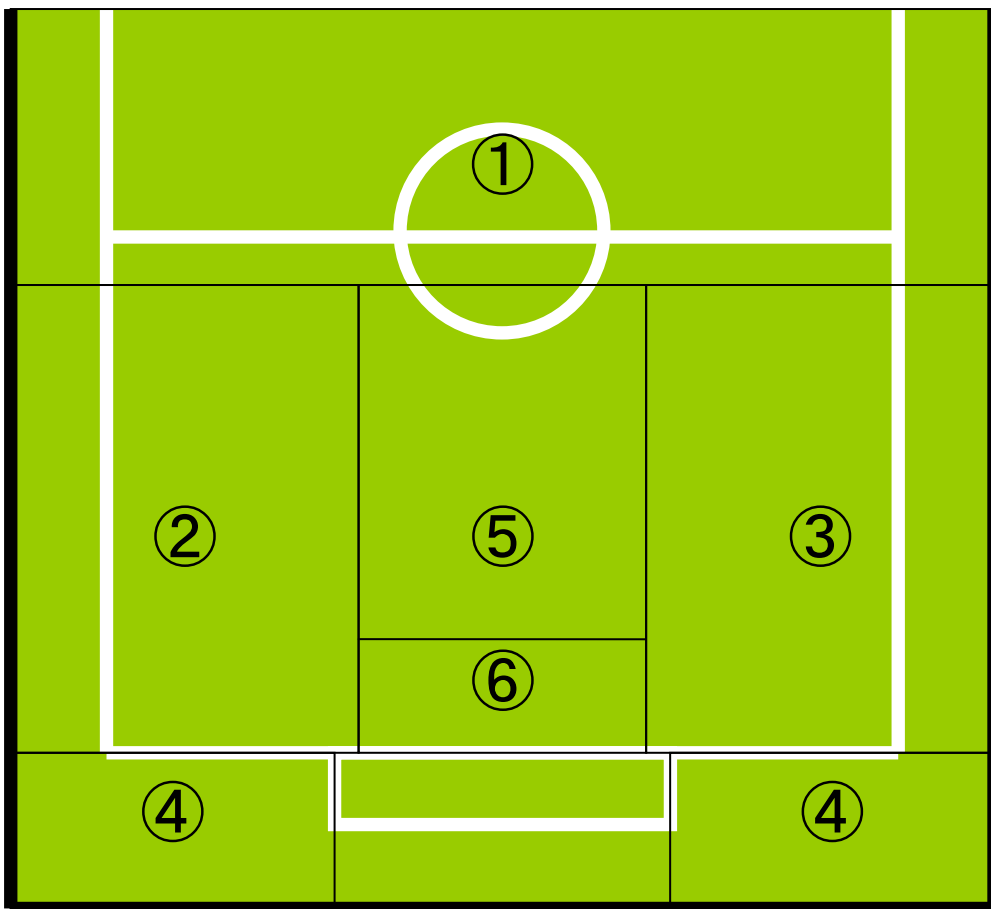
サッカーチャレンジの試合で勝つ上で必要なことは大きく分けて2つあります。

3.1 ゴール前に確実に戻るプログラム

まずは、相手にゴールを決められないようにするために考えた動きです。

ボールを見失ったときにそのままの位置で待機していると、ゴールががら空きになってしまい、相手にゴールを決められる可能性が高くなります。そこで、ボールを見失ったときは自陣のゴールの前に速く正確に戻るようにしました。まず、左右の超音波センサーの値に関して3パターンに分けます。壁が見えている場合、ゴールの横に入っている場合、ロボットがどこにいないのか分からない場合の3つに分けました。壁が見えている場合のみ、コートを5つに分け、それぞれどう戻るのがかをプログラムしました。

①と⑤では後ろ、②では右、③では左、④では前、⑥では止まるように進むようにプログラムしました。



3.2 ボールを追うプログラム

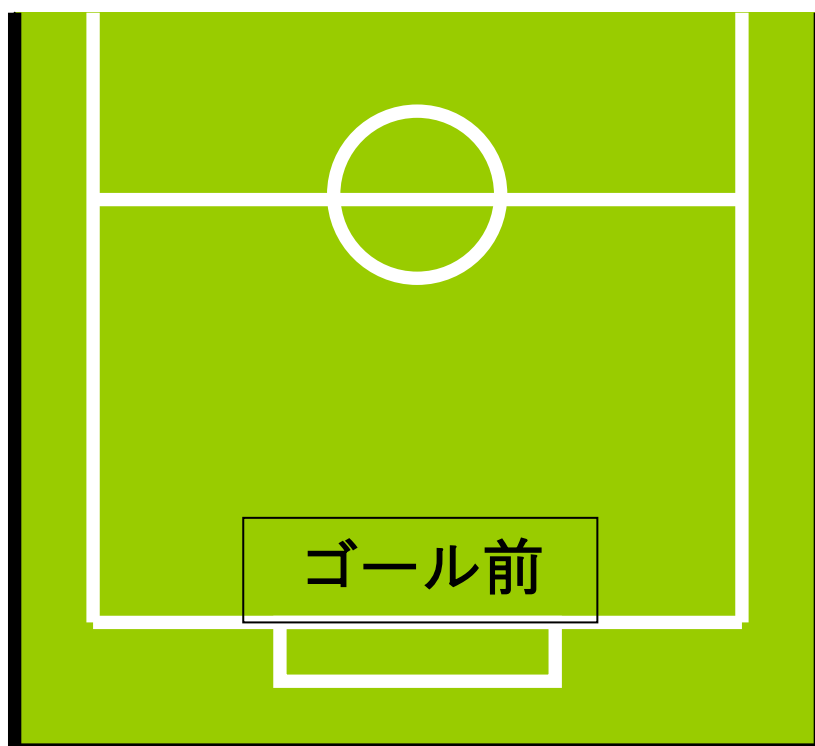
次に、オウンゴールを減らすために考えた動きです。

ボールを見つけたからと言って、その方向に行っただけでは得点には繋がらず、逆にオウンゴールをしてしまう危険性が大きくなります。そこで、私たちはボールを見つけた際に一度後ろに回りこむようにプログラムを組みました。

ただただ追いかけるだけでは、ロボットの後ろにボールがあるとき、後ろに進んでしまい、オウンゴールをしてしまったりします。ロボットの真正面にボールがあり、かつゴールの正面にあるときにだけ確実にゴールを決めることが可能になるので、効率で考えると相当悪いといえます。

しかし、一度後ろに回りこんでから追いかけるとオウンゴールすることはありません。更に、必ずロボットの真正面にボールがある状態になるのでゴールを決める確率が上がります。効率で考えても、ただただ追いかけるだけのプログラムで動かすよりも大変よいものになるといえます。

ただ、自ゴール前でもボールの後ろに回りこもうとしてしまうと後ろに下がり続け、そのまま相手にゴールされてしまいます。そこで、その状態になるのを避けるためにゴール前のみ別の動きをするようにしました。ゴール前ではロボットの左右にボールがある場合その方向に進むようにし、ゴールに入れられないようにしました。



4. まとめ

4.1 今後の課題

世界大会に出場して気づいた今後の課題は3つあります。

- ・ゴールを向いてキックすること

僕達のロボットは、ボールを捕獲すると直進するだけで、相手のゴールを向いてシュートすることはしていません。しかし、世界の強いチームのほとんどは、ゴールを向いてキックしてくるからです。

そのためには、次の課題があります。

- ・サーボモーターで超音波センサーを回し、いつでも壁からの距離を正確に計測すること

相手のゴールを向くということは、その時ロボットは少し傾きます。すると、超音波センサーは壁からの距離を正確に測ることができなくなってしまうからです。

- ・ボールの動きを予測して、無駄のない動きをすること

今はボールがどこにあるか知り、状況に合わせてボールを捕獲しに行くプログラムになっています。ボールの動きを予測できると、ボールの先回りをしてスムーズにむだのない動きができるので、予測する必要があります。

4.2 世界大会を振り返って

世界大会にはドイツ、オーストラリアなどの先進国をはじめ、中国、イランなどの新興国などから合計 48 チームが参加していました。それぞれが独自の技術を持っていました。ゴールをカメラで認識したり、無線を用い味方同士で通信するなどしたりしているチームもありました。

海外チームは技術の面でもレベルが高く、交渉、英語などのロボット以外の能力も高く、驚きました。

私たちは世界大会において日本人が伸ばすべきロボット以外の能力は次の 3 つだと感じました。

- ・ 英語力
- ・ 交渉力
- ・ 度胸

英語力は世界中の参加者と話す為に絶対に欠かせません。

また、世界大会では独自のスーパーチームという制度がある為、交渉力が必要になります。

そして、度胸についてですが、世界大会では数え切れない程、理不尽なことがあります。得点の間違いや、審判のジャッジミス。これらには 1 試合で何回も出会います。ロボカップジュニアの審判はもちろん全員人間です。それらに対して毎回自分たちで抗議する必要があります。

世界の舞台では日本で味わうことが出来ないほどの理不尽さを味わえたり、当たり前だと思っていたことが当たり前ではなかったり、考えられないことばかり起きました。これらのことは社会で生きていくうえでは一般的なことなのかもしれません。しかし、高校生の私たちにとってはとても新鮮なことでした。このような経験も世界大会だからこそできたものです。協力していただいた方々、先生、皆さんありがとうございました。

詳しくは

京都教育大学附属高校電子工学部のブログ

<http://kyoukyou-zero.cocolog-nifty.com/>

をご覧ください。