

競技ロボットの製作

大分県立鶴崎工業高等学校 電気科3年
山下 大空・加藤 光貴・井上 一翔
柳田 柊 ・山崎 蒼斗

1. はじめに

全国高等学校ロボット競技大会は全国産業教育フェアの一環として行われている。全国大会の会場となった都道府県の特産物をモチーフとしたアイテムやコースが取り入れられる。

授業で学んだ機械加工や配線・プログラム制御などの技術を活かしロボットを製作する。それぞれのチームが自分達のアイデアを形にしたロボットで、「取る」・「運ぶ」・「置く」という課題をクリアしていく。各専門分野の知識・技術をロボットに込め、全国の高校生がロボット技術を競うことができる大会である。

2021年度の開催県は埼玉県であり、名物である「草加せんべい」「深谷ネギ」「川越サツマイモ」「狭山茶」そして「鴻巣4尺玉花火」に見立てたアイテムが使用された。そして、これまでの大会と大きく違う点は操縦者が2名になったことと、「塩ビパイプ」の上に「ペットボトル」を逆さにして立てる難易度の高い「龍勢ロケット」と呼ばれるものが課題となったことである。

2. 目的・動機

毎年全国大会のベスト4に入るチームは、競技の制限時間内に全てのアイテムを回収・配置するVゲーム（ヴィクトリーゲーム）を行えるロボットを製作している。全国大会で上位を狙うために、全てのアイテムを回収する機構を持ったロボットを作るという目標を立て、製作に取り組んだ。

3. ロボット及びアイテムの表現

- ・ロボット …川越祭りの山車と船
- ・ペットボトル…川越サツマイモ
- ・CD-R …草加せんべい
- ・塩ビパイプ …深谷ネギ
- ・ゴルフボール…狭山茶
- ・バレーボール…鴻巣4尺玉花火

4. 競技内容

競技は3分間で行われる。まずは、操縦者1がリモコンで操作を行い「CD-R」・「ゴルフボール」・「ペットボトル」を回収し、そのアイテムを持ったまま自立モードに変更し、約5mのエリアを自立走行で渡る。

次に操縦者2がリモコン操作で、「塩ビパイプ」を回収し、それらのアイテムを所定の場所に置く。そして再び、自立走行エリアを渡る。

最後に、「ゴルフボール」と「バレーボール」を指定の台に置き、競技終了時の得点対象物の状態に応じて加算される点数の合計を競うものである。

5. 各種機構について

(1) 草加せんべい (CD-R)

焼き台のCD-Rを回収する機構には、前年度のロボットにも使用したエアポンプを用いた。走行中にCD-Rが外れないように、いろいろな種類の吸盤を試す中で、取りやすくて移動時もCD-Rが落ちることが少なかったペローズタイプの吸盤を取り付けることにした。これに

より一度で全てのCD-Rを吸着することができ、短時間で回収が可能となった。

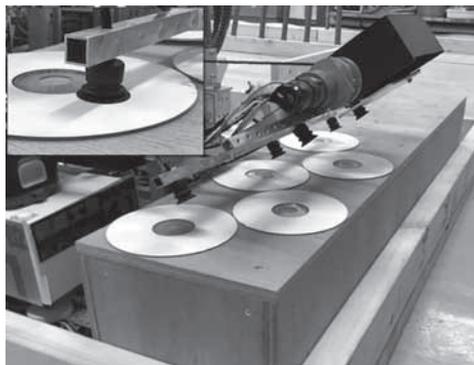


写真1 草加せんべい (CD-R) 回収機構

エアポンプにソレノイドバルブを取り付けることで真空状態の吸盤内に空気を入れ、CD-Rの取り外しを瞬時に行えるようにした。また、設置場所に掛ける際に、2つ同時にCD-Rを取り外すように設計していたが、ボルトを2つのCD-Rの穴に同時に入れることが難しかったため、エアポンプ1つずつにソレノイドバルブを付けることで、5枚の草加せんべいを別々に置くことができるように改良し、大幅な時間短縮に成功した。



写真2 草加せんべい (CD-R) 設置機構

(2) 狭山茶 (ゴルフボール)

ゴルフボールを回収する機構は、CD-Rを回収する機構の上部に取り付け、なるべく機構を増やさないようにした。ショベルカーのすくう動作に着目し、スムーズにゴルフボールをすくい、サーボモータで蓋をする機構にした。

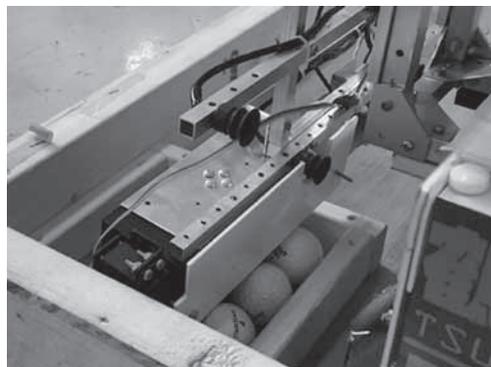


写真3 狭山茶 (ゴルフボール) 回収機構

(3) 川越サツマイモ (ペットボトル)

イモ畑にあるペットボトルの回収機構は、3Dプリンタで製作した2本の爪でキャップの下部を掴む機構を採用した。動作をサーボモータ1つで行うことを考え、両方の爪に歯車を取り付け、サーボモータの動力を伝え開閉した。

しかし、移動中の振動でどうしてもペットボトルが落下してしまうので、プラスチックの薄板で爪の部分の延長や、サーボモータで掴む角度を変更するなどして調整を行った。

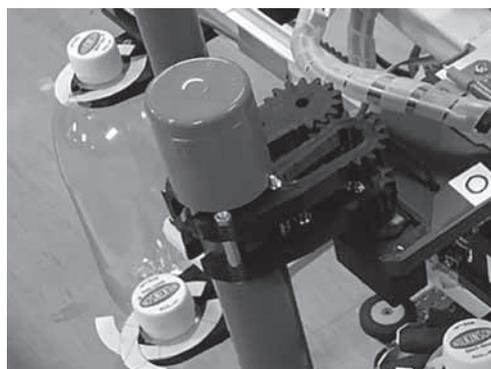


写真4 川越サツマイモ (ペットボトル) 回収機構

これにより、安定して保持できるようになり、塩ビパイプに差し込む際にも真下に落ち入れやすくなった。

(4) 深谷ネギ (塩ビパイプ)

ネギ畑から塩ビパイプを回収する機構は、ペットボトルを回収する機構に更に爪を二重に取り付けた。

大分県予選では、ペットボトルと同様に爪は2本で塩ビパイプを回収していたが、龍勢ロケットを完成させる為の動作に安定性を欠く部分があった。ペットボトルを置く際に、塩ビパイプに触れてはいけないというルールがあり、塩ビパイプを立てて置く必要があったからである。

大分県予選終了後から全国大会までの期間で、改良する必要があったが、新たな機構を作り出す時間ではなく、話し合いの中でスペーサを用いて爪を二重にする案を出した。これにより安定性も格段に向上し、操縦者の負担軽減と時間短縮を実現することができた。

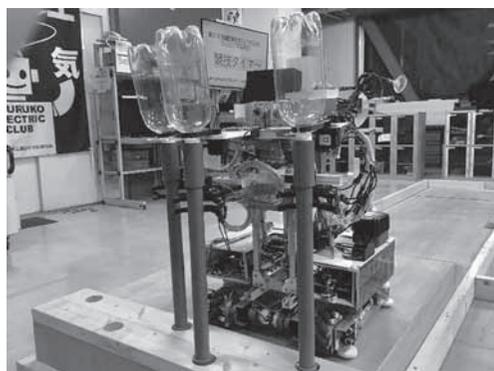


写真5 龍勢ロケット完成の様子

ロケット台に龍勢ロケットを完成させるための方法は、今回のロボット製作において一番頭を悩ませた部分である。ペットボトルと塩ビパイプの機構は大型のサーボモータを用いて、全体を同時に回転させることで、ペットボトルが塩ビパイプの上に位置するようにし、スムーズに龍勢ロケットを完成させられるよう工夫した。

そして、龍勢ロケットを完成させる確率が増し、安定した得点を獲得できるようになった。

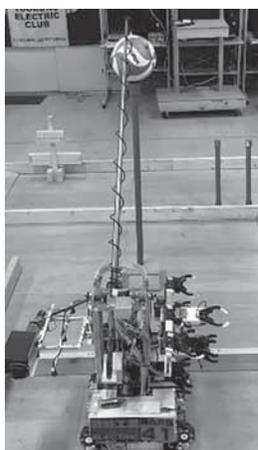


写真6 4尺玉設置機構

(5) 鴻巣4尺玉花火(バレーボール)

釣竿の先にフレキラックを固定し、ラックを伸縮する事でバレーボールを上空まで運ぶ機構を考えた。釣竿の伸縮に合わせてエアチューブも伸縮させるために、ヒートガンで温めて受話器のカールコードのように形を付けた。

6. 制御系統

(1) 制御系ブロック図

下図はマイコンの制御を表したブロック図である。マイコンはArduinoで制御を行い、駆動部分はモータドライバを使用し、巻き上げなどの上下動に使用したモータ類などはリレーで制御を行った。他にもペットボトルや塩ビパイプを回収する制御にサーボモータを使用し、自立部分には超音波センサを使用した。

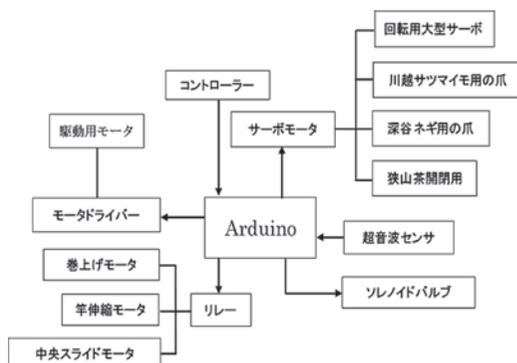


図 マイコンの制御を表したブロック図

(2) モータドライバ

今まではリレーを用いたON・OFFだけの制御で駆動モータを動作させていたが、例年に比べ繊細な制御が求められた本大会ではモータドライバを用いてPWM制御でスピード制御を行った。これにより動作がスムーズになるだけでなく、動き始めの衝撃を抑えることに成功した。

(3) コントローラ

アナログスティックの倒す角度で速度調整を行い、今までは前進・後退と右・左旋回しかできなかった操作を、もう一方のアナログスティックで平行移動も行えるようにし、スピードと移

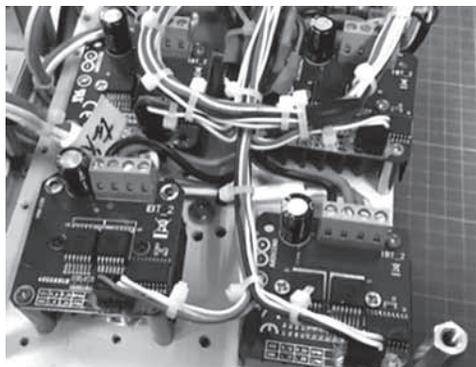


写真7 モータドライバ

動の両方において繊細な操縦を可能とした。

(4) センサ

車体側面に前・後・右に2つずつ計6つの超音波センサを付ける事で、常に障害物を検知し自立走行を制御した。センサを2つにすることで、障害物と平行を保ちながら安定した自立制御を行うことができた。

また、テスト走行を行う上で意図しない動きによって超音波センサの破損が起きてしまうことを防止する為、LCDを用いて全てのセンサの値を表示し、確認できるようにした。

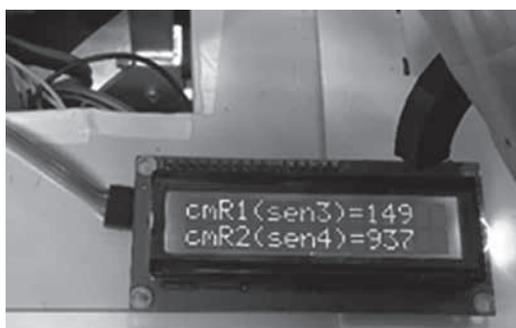


写真8 LCDによる超音波センサのチェック

(5) プログラム

自立走行を行う部分ではタイマー制御やリミットスイッチなどを用いた制御があるが、より正確で素早く走行する為の制御として超音波センサを用いた制御を行うようにした。

短い時間で正確な操縦を行うためには、操縦者が直感的にロボットを操縦出来ることが重要なため、ボタンの割り付けや操縦をアシストする自動動作を組み込むなどの工夫を施した。

7. 結果

- ・大分県高等学校ロボット競技大会 優勝
- ・第29回全国高等学校ロボット競技大会 埼玉大会 最優秀賞

8. まとめ

今回、Vゲームを行うことはできなかった。他のチームも3分の時間内に作業を終えることはできておらず、いずれかのアイテムを断念してそのロボットのできる限りの点数を獲得していた。

コロナ禍で、休校等の措置が取られ思うようにロボットづくりができなかった学校も多かったと思うが、そのような中でも大会を開催していただき、全国のロボット競技に携わった皆と青春の1ページを作れたことは一生の思い出である。

ロボット製作を通じ様々な技術を身につけ、ものづくりの楽しさを学ぶことができ人間としても大きく成長できたと感じる。今春から社会人や大学生としてスタートを切るが、これらの経験を活かし、ものづくりを続けていきたいという思いを強くした。

工業教育資料 通巻第 403号
(5月号)

2022年5月6日 印刷
2022年5月13日 発行
印刷所 株式会社インフォレスト

©  実教出版株式会社

代表者 小田良次

〒102-8377 東京都千代田区五番町5番地

電話 03-3238-7777

<https://www.jikkyo.co.jp/>