

カゴロイドの製作の歩み

神戸市立科学技術高等学校教諭 神永 克哉

1. はじめに

本校は神戸市立神戸工業高等学校、神戸市立御影工業高等学校を前身とし、2004年に神戸市立科学技術高等学校として設立された。創立16年を迎える本校は、「創造」、「飛翔」、「探求」を校訓とし、機械工学科、電気工学科、都市工学科、科学工学科の4つの科から成り立ち、「ものを作る技術者」、「基礎的な専門分野を学び活用できる技術者」、「まちづくりができる技術者」、「これからの社会、産業を支える技術者」。そして、「広い視野・応用力を身につけ、専門知識や技能を高める技術者」を目標に日々教育活動に取り組んでいる。

2. 部活動の経緯

今回、第17回高校生技術・アイデアコンテスト全国大会に参加した機械工作部ROBOは、前身を課題研究の二足歩行ロボット、またラジコン同好会とし、2009年に機械工作部研究会ロボット部門として発足した。2013年に機械工作部ROBOとして、研究会から部員数増加を経て、部活動として認められた。設立から11年ほどの比較的歴史の浅い部活動ではあるが、2013年には、二足歩行ロボット競技の全国大会である「第23回ROBO-ONE」で優勝し、その後もいろいろな競技大会で上位入賞するなど、着実に結果を残してきた。

部活動のモットーは「ものづくりの前に人づくり」である。生徒たちは、児童館訪問や水の科学博物館、神戸まつり、技能グランプリ&フェスタなどたくさんのイベントにロボット操縦体験など、普段からお世話になっている地域への貢献としてボランティア活動も行ってきた。また、全国大会「ROBO-ONE」は、参加者が高校生だけでなく、全国の大学、社会人の参加者がほとんどであり、高校としては、当校をはじめ、2-3校程度の参加のみであり、大会のハードルの高さが伺える。その全国の強豪が集う中で、生徒たちは主体性を持って活動に取り組み、近年では大会のメインスポンサーである、MISUMIの企業賞である「MISUMI賞」の受賞も受けた。

3. カゴロイドの製作について

(1) ロボットの製作にいたるまで

当校では、毎年春休み期間である、3月から4月にかけて、翌年度に行われる学校見学会やボランティア活動を行う際に、目玉とするアイデアロボットの製作を行う。3人から4人ほどのチームに分かれた部員たちは、それぞれのチームで意見交換を行い、アイデアロボットの構想を考える。

カゴロイドは部員たちが、何十種類も考えたアイデアロボットの一つである。最初は、突拍子もないアイデアや、技術的に製作が難しいであろうものもアイデアとして沢山出てくるが、

あえてこの段階では、そういったものを排斥せず、創造性豊かに考えてもらう。ある程度まとまった段階で、部員全員が参加するミーティングを行い、それぞれのチームのアイデアについて、ブレインストーミングや、ディベート大会を行い、想像力を膨らませながら、ロボットを現実的なものにしていく。最終的に5から6チームある中で、どのチームのロボットを製作するかを決めてから、ロボットの製作を行う。

(2) カゴロイドの製作の動機

カゴロイドは部員たちが、日常生活をより良くしたいという思いから誕生したロボットである。実際にスーパーなどで、重い荷物をカゴに入れて運ぶ様子を見て、代わりに運んでくれるロボットを製作したいという思いから生み出されたロボットである。以前にも似たような思いからハコロイドというロボットを開発したが、弱点が存在した。

人に追従して荷物を運ぶのがコンセプトであり、その際に psd センサや超音波センサを使って、人を追尾していた。しかし、誰に付いて行くかの判別ができず、どんな人にでも付いて行ってしまふことや、移動方法が車輪だけなので、階段の様な大きな段差を超えられないことが課題であり、これは人に追従する上で大変な問題点であった。

そこで部員たちは確実に段差を超えて人に追従してくれるロボットを作ろうと考え、また、コンセプトをより明確にし、買い物かごを載せることができ、より便利で親しみやすいロボットの製作にとりかかった。

(3) 課題点について

しかし、カゴロイドの製作における課題点も3つ出てきてしまった。

1つ目が変形機構を取り付け、平地や段差のある環境への対応。

2つ目が階段の昇り降りやその衝撃への対処。

3つ目が画像認識による、使用者と非使用者

の識別・追尾。

以上の3つである。次項からは、この課題点の克服を目指しながら、部員たちがロボットの製作にどのように挑戦したのかを記述する。

(4) ロボットの製作について

1) ハードウェアについて

移動方法については、四足歩行、車輪走行の2つの案があった。ロボットのコンセプトから、平地や段差などの環境に適應する為に、ロボットの移動手段については、四足歩行と車輪走行の2つに注目して設計を開始した。

四足歩行は、車輪走行では超えることが不可能な障害物を超える事が可能になり、これによって階段を昇降する事ができる。

車輪走行は、移動速度の向上や四足歩行よりも安定して移動が可能になることに着目した。

熟考のうえで、平地をより安定して走行する事ができ、かつ段差などの障害物を超えるためには、この2つの両立が不可欠だということになり、今回は四足歩行と車輪走行の2つを両立させる為に足に変形機構を取り付けた。

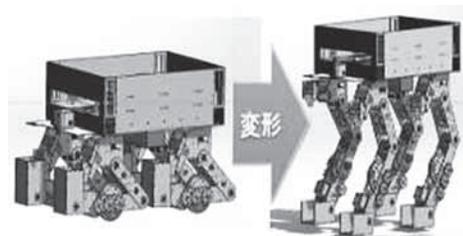


図1 カゴロイドの変形機構

変形機構によってハコロイドでは実現できなかった平地や段差でも昇降する事が可能になった。変形機構を実現する際に、メカロック機構についても考察した。当初の設計ではサーボモータのパワーのみで足を固定していたが、ここで1つ問題が起こった。それはサーボモータの負担が大きくなり、車輪走行の時に不安定になってしまう事だった。何度も試行錯誤して設計し、図2の様な簡易的なメカロック機構を採用する事にした。

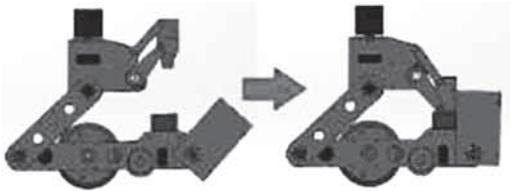


図2 メカロック機構

これを採用する事によって足全体に掛かるサーボモータの負担を軽減し、変形する事が可能になった。そして足全体のガタを無くした事によって安定して車輪走行、また四足歩行を実現する事ができた。

また、かごを載せる部分についても、3DCADを用いて、実際にいくつかのかごのサイズを計測し、図面におこし検討を行った。

2) ソフトウェアについて

ロボットのコンセプトである、人を追従させることと、滑らかな移動方法の実現に苦戦した。

普段の部活動では、二足歩行ロボット用のマイコンボードである、近藤科学の「RCB-4」に付属するソフトウェア「heart to heart 4」をベースにロボットの製作を行う。普段、使い慣れているソフトウェアであるので、ロボット製作もハード面を重視して製作を行うことができた。しかし、今回のカゴロイドの製作では、カメラを使って人を認識させるために、普段使っているマイコンボードでは、処理性能が追いつかないため、パソコンに処理をさせるという手法を取った。部員たちは普段の部活動では使っていなかった、C言語のプログラムについて1ヵ月ほど勉強を行い、開発に着手した。c++, c#, Pythonの3つに絞って勉強をし、部員たちが使いやすい言語を選択した。処理の速さや情報量、プログラムの書きやすさなどを重視し、c++で開発を行うことに決定した。

部員たちは、色認識とマーク検出から、人を認識することにし、まずは赤色と青色の2色を認識するプログラムを作成した。しかし、ここで問題点が出てきた。色は認識できるものの、

特定の色を判別することはできないということ、また周りの環境に影響されやすいということだった。そのため、次にカスケード分類器を使って、マーク検出に挑戦した。カスケード分類器というのは、画像をパソコンに自動学習させ、マークを認識するというものだが、正解画像と不正解画像の枚数比によってかなり結果が異なり、適切な枚数比を導き出すのに約50個ものデータを作り、ついに誤認識しないデータを作ることができた。

ロボットのモーションプログラムについては、パソコンでのサーボモータへの指示が難しく、試行錯誤の上、「RCB-4」をパソコンと連携させ、「heart to heart 4」からサーボモータに指示を出させることにより、普段使い慣れているマイコンボードで滑らかな動きを実現すると同時に、パソコンの処理速度を活かした、カメラでの追従を実現させて、見事に両立を果たした。

3) ロボットの完成

ハードウェアとソフトウェアを組み合わせ、完成したカゴロイドが図3になる。部員たちは実際にスーパーに協力要請を行い、買い物をするという実験も行った。この時にはフリーハンドで買い物ができ、とても楽に買い物をすることができた。このように得意なハードと画像認識を組み合わせることで課題点をすべて実現することができた。

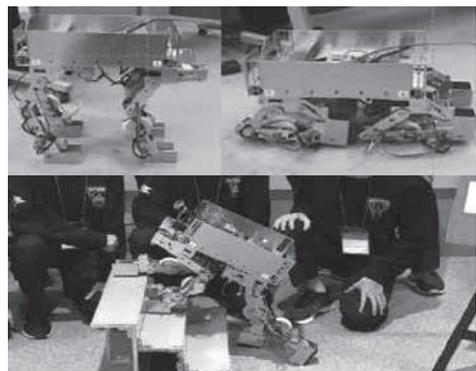


図3 完成したカゴロイド



図4 スーパーでの買い物の様子

4. 完成に際して

部員たちは、このカゴロイドの製作から今後の展望、また感想を語った。

「これからの展望として、このカゴロイドを通してたくさんの人が笑顔になれるようなロボットを目指していこうと考えております。そんなカゴロイドを実現することができたら私たちの暮らしはより豊かなものになると思います。」

教員としてアドバイスをすることもあったが、製作についてはほとんど部員たちでの力でやり切った。

ものづくりには大変長い時間が必要である。部員たちは、4月から12月にかけて、平日は放課後3時45分から7時15分まで作業に集中し、休日には朝10時から午後7時15分までという長い時間をかけてカゴロイドの製作にあたった。時には時間が足りず、課題研究の時間も使用して、ロボットを完成させることができた。長い作業時間も生徒からの要望があって始めた

ことである。様々な失敗や挫折を経験することで、ものづくりを通して時間の大切さや困難な壁に立ち向かう心構えを体験し、大変な時にこそ支えあう、仲間に対する思いやりの心を学ぶ。

技術的にも難しく、ハードルの高い挑戦であったが、いろいろなことを学ぶ、いいきっかけになったと感じている。

5. おわりに

今回のカゴロイドの製作はいくつもの壁があった。分からないことは教科書や、インターネットを使って資料を探し、読み込んで理解するまでには膨大な時間を費やした。深い探求心と、意欲的な態度がなければ決して達成することはできず、この軌跡からたくさんのことを学ぶことができたと感じる。また技術的な壁はもちろん、頭を悩ませながら、進捗で焦ったり、時には部員同士で意見の食い違いでぶつかったり、些細な言葉の行き違いがあったりと、いろいろな障壁を乗り越えて完成することができた。ロボットは、完成すれば終わりかもしれないが、生徒たちにとって、このカゴロイドの製作は、仲間とともに苦楽を共にし、完成させたという達成感、また芽生えた絆は、決して他では味わうことができない思い出になったことであると思う。これはまさしく機械工作部 ROBO のモットーでもある「ものづくりの前に人づくり」の精神と言えよう。

今後も子供たちの成長を大いに期待しながら、個性を大切に、意欲的に、主体的に子供たちが成長できる環境づくりを教員として大切にしていきたいと思う。

工業教育資料 通巻第 393 号
(9月号)

2020年9月5日 印刷
2020年9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/>