

自立型ロボットを用いたものづくり教育の研究

愛知県立碧南工科高等学校

片岡 大成

1. 研究の目的

近年、家庭や飲食店など様々な場面で自立型ロボットが活用されており、身近なものとなっている。地元愛知県で盛んな自動車産業においても、生産現場や自動車の自動運転技術など、自立型ロボットの制御は必要な技術となっている。企業からはプログラミング技術や電子回路技術、組込みシステムに精通している生徒が望まれる。しかし、本校の現状ではそれぞれの科目が独立しており、連携が取れておらず、生徒もどのように活用すればよいか理解していないことが多い。そこで、本研究にて自立型ロボットを製作し、実物を使用した仕組みや制御方法を生徒に公開することにより、プログラミング技術や組込みシステムに精通した生徒を育成していく。

2. 現状と課題

本校では自ら考えて設計し、製作することを苦手とする生徒が増加している。見本として購入した自立型ロボットは機構が隠されていたり、プログラムはブラックボックスになっていることが多い。本研究で製作する自立型ロボットは機構を見やすく設計することにより、生徒が見て仕組みを理解しやすくする。また、デモンストレーション用のプログラムを作成することにより、制御技術の理解を深める。今までは理論を勉強するだけで、どのようにそれらを組み合わせ活用していくかわからない生徒が多かった。実物を見て触れて、実際にプログラミングをすることにより、学習してきたことが生かされ、今後の学習意欲を高めることができる。結果、プログラミング技術や電子回路技術、組込みシステムに精通している生徒の育成につながると考える。

3. 製作物の設定

本研究では、若年者ものづくり競技大会で使用する移動式ロボットを作成することとした。理由は、本校の電子工学科の生徒が毎年参加していることもあり、生徒がロボットの機構や制御方法をイメージしやすいと考えた。また、移動式ロボットは、様々なミッションを自立型ロボットがこなしていくように設計しなければならない。自由に設計するのではなく決められたガイドラインの中で課題に取り組むことにより、教員のスキルアップやノウハウの習得ができると考え設定した。

4. 研究の概要

(1) 研究組織

本研究では生徒のものづくりへの理解をさせるために、昨年まで若年者ものづくり競技大会や愛知県工業高校生ロボット競技大会等でロボット製作を指導していた教員を中心とした組織を構成した。その技術やノウハウを継承させていくために、電子工学科の若手の教員をサポートメンバとした。

(2) 研究スケジュール

2024 年 5 月・・・ロボットの全体設計、3DCAD による部品の設計

7 月・・・3D プリンタにてパーツの出力

8 月・・・ロボットのフレーム製作

9 月・・・ロボットの仮組、各部製作部品の修正

10 月・・・配線

11 月・・・デモパフォーマンス用プログラムの作成

12 月・・・生徒によるロボットの分解組立

5. 移動式ロボットの製作

(1) 設計

移動式ロボットを設計するにあたり、以下の 3 点を中心に考えた。

ア．機構が見えやすいようにする。

イ．既製品を使用するのではなく、なるべく自分たちで作る。

ウ．競技大会のルールにのっとった設計をする。

設計は、3DCAD「DesignSpark Mechanical」を使用した。設計したデータを図 1 に示す。

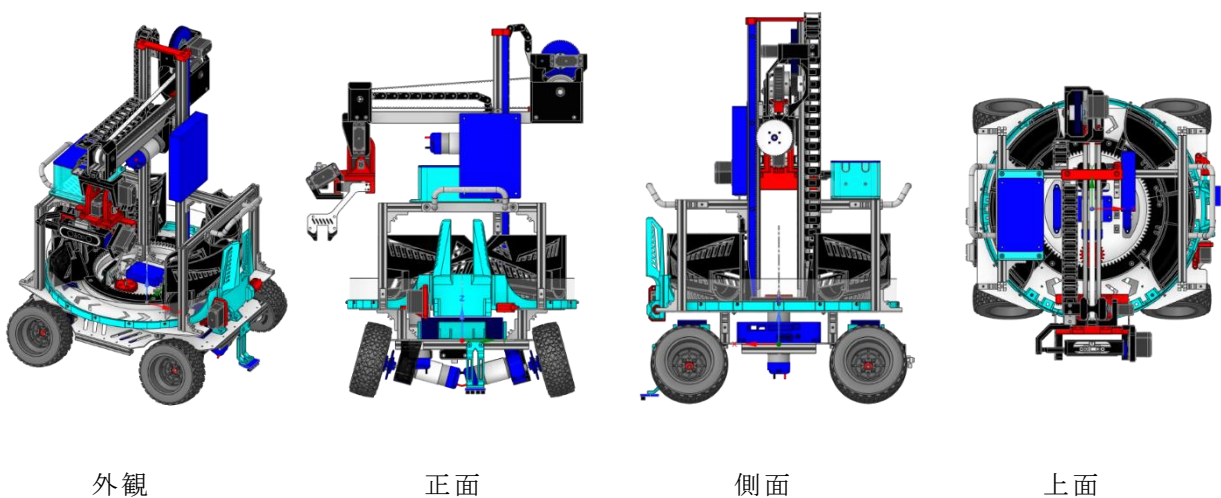


図 1. 設計データ

(2) 部品の製作

今回、生徒にどのようなものを自分たちでも作ることができるのか見せるために、なるべく既製品は使用せず 3D プリンタやレーザ加工機、CNC を使用しての部品製作に挑戦した。今回使用した 3D プリンタは一般的な熱溶解積層方式ではなく、光造形方式の 3D プリンタを使用した。理由を以下に示す。

ア．積層ピッチが 0.01mm であるため高精度なものを製作することができる。

イ．造形物の強度が熱溶解積層方式よりも強く、切削性が良い。

ウ．素材を半透明にできるため、組み立て後に内部が見やすい。

本研究では生徒に、ロボットの機構を理解させることを目標の一つとしているため、パーツを半透明にでき、強度を保ったままパーツのフレームを細く造形できる光造形方式の 3D プリンタが適していた。(写真 1、2 を参照)

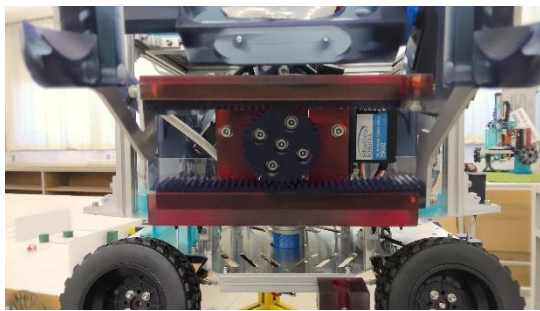


写真 1．ピニオンとギアラックを用いたアーム機構

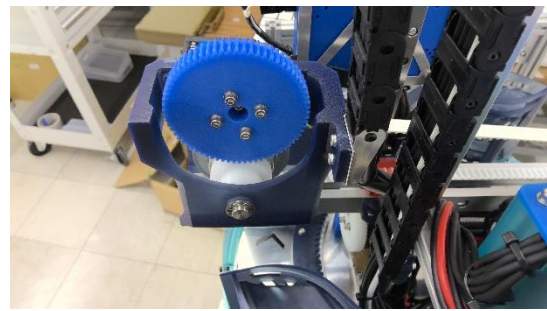


写真 2．ギアボックスのフレームを細くし、内部を見やすくした

(3) 組立

ロボットのフレームはレーザ加工機で切り出したアルミ板とアルミフレームを組み合わせることにより、軽量化と強度を両立した。ロボットのフレームにアルミフレームを使用することにより、パーツを組み合わせるためにフレームに穴を開ける必要がなく、作業効率とメンテナンス性を高めることができた。分解しやすい構造にしたのは、生徒が分解組立をすることによりロボットの構造を理解しやすくなると考えたためである。また、3D プリンタで出力した造形物は高精度で、モータの曲面にきれいにフィットしパーツ同士の組み合わせも非常に良かった。このようなパーツを実際に手に取ることにより、3D プリンタの有用性や 3DCAD による設計の大切さに気付くきっかけになると考える。

(4) デモパフォーマンス用プログラムの作成

今回製作した移動式ロボットは制御コンピュータとして Studica Robotics 社製 VMX Robotics Controller を使用している。使用するプログラミング言語は C++ と Python である。本校電子工学科では授業で C 言語を学習しているので、C++ のコードは理解しやすいと思われるが、オブジェクト指向の考え方を習得するには時間がかかると感じた。また、Python に関しては、近年よく使用される言語として資料が豊富で、コードを理解すれば使いやすい言語であると感じた。ただ、限られた時間の中でロボットの機能を全て使いこなすプログラムを作成することができなかった。

6. 研究結果

本研究では自立型ロボットとして移動式ロボットを製作した。競技大会に取り組んでいる生徒にとっては馴染みのあるロボットで、機構や構造、制御方法がイメージしやすいものになった。機構に関しても、カバーで覆ったり分解できない構造にするのではなく、光造形式の 3D プリンタで造形した半透明のパーツを使用したり、パーツのフレームやカバーを細くしたり穴を開けたりすることで、内部構造を見やすく工夫したことが生徒の理解に繋がった。分解組立しやすく設計したことにより、生徒がロボットを実際に分解組立することができ、3DCAD ではイメージしにくかった機構や形状を手に取り理解しやすくなった。

7. 今後の課題と展望

今回は、プログラムまで作りこむことができなかった。生徒には機構の一部動作しか見せることができなかった。引き続きロボットの機能を全て使いこなすようなプログラムを研究開発していく。製作したロボットは、若年者ものづくり大会の競技ルールに従って製作したため機構が複雑になってしまった。競技大会に取り組んでいる生徒にとってはなじみ深いものであるが、関わっていない生徒にとっては少し理解が難しいようであった。機構を簡素化する必要を感じた。

今後は製作した自立型ロボットの問題点を解決し、今後のものづくり教育に取り入れていく。さらに自立型ロボットの研究開発を進めていき、生徒自らが設計、製作、制御の一連の流れに取り組むことができる実習テーマを展開できるように研究を続けていく。

謝辞

本研究を遂行するにあたり、公益財団法人 天野工業技術研究所様より多大なご支援を頂きました。ここに記して謝意を示します。