

ロボット・トライアスロンを題材にしたメカトロ教育

室蘭工業大学 ○ 花島直彦, 疋田弘光, 山下光久, 橋本幸男

要 旨

室蘭工業大学で平成 13 年度より工学導入教育を狙ったロボット競技会, ロボット・トライアスロンを実施している. その成果物であるロボットキットを題材に, メカトロ教育を行う授業を試行したので報告する.

1 はじめに

近年, 物作り教育の題材としてロボット・コンテストが広く受け入れられている. 室蘭工業大学でも平成 6 年度よりロボット・サッカー・コンテストを開催し, 北海道の主に胆振地方の青少年に対する科学技術教育振興に取り組んできた. 一方, 工学部学生に目を転じてみると, 座学中心の授業にあって, 授業内容と現実の物との繋がりが実感できていない学生も少なくない. 現実の物を扱った体験を少しでも踏めば, 授業での理解も進み, 教育効果の向上が期待できる.

そこで平成 13 年度より工学導入教育を志向したロボット・トライアスロンを企画・実施している. 平成 14 年度は道内大学の関係研究室に御協力いただき, 札幌地区と室蘭地区で大会を開催した. 初心者でもロボット作りに取り組めるよう, 標準ロボット・キットの開発, ロボット製作解説ホームページの作成などの活動も行った.

室蘭工業大学機械システム工学科機械情報コースでは平成 17 年度から 4 年生のコース別科目で物作り教育を行う機械情報設計法という授業を予定している. 今年度はその試行として, ロボット・トライアスロン標準ロボット・キットの製作を実施した. 本稿ではその様子を報告する.

2 競技概要とそのねらい

ロボット・トライアスロンは, ライントレース, スラローム, 風船割りの 3 つの種目が組み合わされてできたコースを, 自律移動ロボットができるだけ失敗なく, 短時間で走破することを競う競技である (Fig.1 はコースの一例). 個別に見れば難易度の高くない課題を 3 つ組み合わせる事で, 競技全体の難易度を導入教育に合うよう適切に設定している.

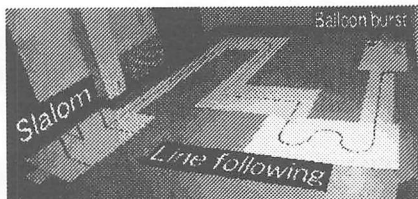


Fig. 1: Course layout

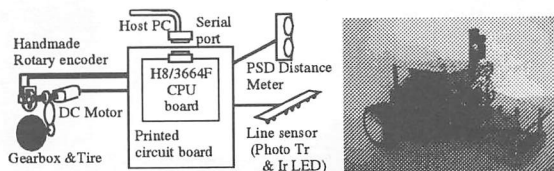


Fig. 2: Schematic diagram of the standard robot kit and an assembled robot

この競技を行うためには, 最低でもライントレース用センサ, 風船やスラロームを探すためのセンサ, モータ駆動回路, マイコンなどを装備したロボットが必要になる. そのようなロボットの製作やマイコンプログラムの開発を通して, メカトロ教育の実践が可能である.

3 標準ロボット・キット

Fig.2 に教材となる標準ロボット・キットの基本構成図と製作例を示す.

足回りはキャストの前輪 1 輪と独立駆動の後輪 2 輪からなる. 後輪には模型用のタイヤ ((株) タミヤ, ITEM70145) とギアボックス ((株) タミヤ, ITEM72005) を採用している. スラローム競技や風船割り競技では自律走行が必要なため, モータ回転角を計測する自作のロータリ・エンコーダを装備し, モータの回転制御を行う. エンコーダはギアボックスに付属している連根状の円形部品に, 2 組のコの字型の透過型フォトインタラプタを組み合わせて, Fig.3 のように構成する.

ロボットが地面に引かれたラインに沿って走行するために, Fig.4 のようなセンサを取り付ける. 写真中央の 3 つの素子はラインからのずれ量を計測するセンサで, トレース時に用いる. 中央に位置する LED ((株) 東芝, TLN103A) から発した赤外線反射光を, 両側に配したフォトトランジスタ ((株) 東芝, TPS603A) で計測する. 床面のライン上とそれ以外の部分は反射率が異なるため, 左右のフォト

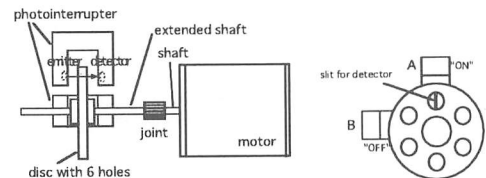


Fig. 3: Side view and cross section of the handmade rotary encoder.

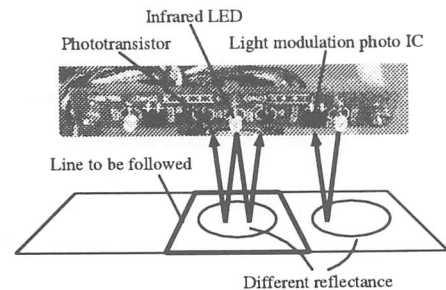


Fig. 4: Infrared sensors for line following

トランジスタの読み取り値の差分からずれ量を計算できる。それらの両脇の赤外線 LED とフォト IC (浜松ホトニクス (株), S-7136) の組はライン検出を行うセンサで、ラインを探す時に用いる。

スラロームのポールや風船を探すための近接センサとして、PSD 測距センサ (シャープ (株), GP2D12) を用いる。これは三角測量の原理で対象物までの距離を測定するセンサで、光源から赤外線を発し、反射光の入射角を PSD デバイスで計測する。

モータ駆動系、センサ系、マイコンインターフェースなどの電子回路を実装するプリント回路基板を梅澤無線電機 (株) と共同開発した。これに必要な部品をセットにしたパックが販売されている (梅澤無線電機 (株), UME-RKB-03)。基板上のピンソケットにマイコンボード ((株) 秋月電子通商, AKI-H8/3664F) を搭載する。

ロボット制御用の基本プログラムはアセンブラ言語と C 言語で提供され、グローバル変数を通して、タイマーフラグ、センサの測定値、モータドライバへの指令値などにアクセスできるようになっている。さらに、ロボットの移動や信号の入出力に関する関数も用意されている。

以上のようなロボット製作やプログラム開発を支援するためのマニュアルをホームページ上で公開するほか、販売中のロボットキットに梱包した CD-ROM に収録している。

4 メカトロ教育への応用

平成 15 年度の試行では Table 1 のような日程で授業を行った。授業は週 1 回 90 分で実施した。受講者は室蘭工業大学機械システム工学科の 4 年生で、制御系の研究室から 11 名、計測系の研究室から 2 名、設計系の研究室から 2 名参加した。1 チーム 2 名で班分けをし、各チーム 1 台ずつロボットを製作する。ロボット製作のモチベーションを高めるため、ロボット・トライアスロン競技会への参加を強く促した。

Table 1: Schedule of the class

回	テーマ	内容
1	開発環境構築	プログラムのコンパイルと書込み
2	プログラミング	ライントレース用センサの利用法
3	プログラミング	モータの駆動方法とロボットの移動
4	プログラミング	測距センサの利用法
5	プログラミング	スラロームに挑戦
6	ロボット製作	マイコンキットの組立て
7	ロボット製作	プリント回路基板の組立て
8	ロボット製作	ギアボックス・エンコーダの組立て
9	ロボット製作	ボディーの設計と加工
10	ロボット製作	部品の取付けと配線
11	ロボット製作	走行系の動作確認

4.1 プログラミング

まず、ロボット製作に先立ち、昨年製作したロボットを使って、ロボットのプログラミングを行った。これはこれから作るロボットとその機能を受講者に理解してもらう意味がある。ここではロボットに搭載されているセンサの利用法、モータの駆動方法を一通り学ぶ。

現行の 4 年生のカリキュラムではプログラミングの授業がほとんどなく、受講者はほとんどが初心者だったが、今回の授業日程では C 言語を教える時間はとれなかった。そのため、C 言語の習得は各自の自助努力に任ざざるを得なかった。新カリキュラムでは 3 年後期にプログラムを学ぶ機会があるので、平成 17 年度の授業ではその点はスムーズに進むと思われる。

各單元ではサンプルプログラムを用意し、その内容を説明した後、若干の変更を加えるような課題を課した。その際、プログラムに必要な C 言語の文法について簡単な説明を加えた。個人差はあったが各々工夫して課題に取り組んでいた。

最後のスラローム競技のプログラミングではサンプルプログラムを用意せず、これまでに学んだ内容を応用して各自でプログラムを作るような課題としたが、少々ハードルが高すぎたのか、時間内にできた受講者はいなかった。

4.2 ロボット製作

ロボット製作に先立ち、半田ごて、ニッパー、ペンチ、ドライバーなど最低限必要な工具は各自が購入するように促し、希望者に対して共同購入のお世話をした。

初めの方のマイコン・キットとプリント回路基板の組立ては共に、基板に電子部品を配置し、ハンダ付けを行う内容である。IC の方向を間違ってしまった例やピンソケットを基板の反対側に付けてしまった例などが若干あったが、最終的には全員がきちんと組立てられた。例えば、完成品の見本や写真を渡して組み立てさせれば失敗も少なくなると思うが、失敗を通して知識を深めさせるという立場もあり得る。どちらをとるかは判断が分かれるところでもある。

エンコーダの組立てとボディーの製作は、機械的な作業を行う内容である。ロボットの形や部品の配置、配線の方法などを考えて設計する必要がある。切削作業などもあるので予想以上に時間を要した。ハンドドリル、リーマ、ハンドタップ、ハンディーソー、ヤスリなどの工具はこちらで用意したが、受講者の工具の使い方を見ていると、一度それらの使用法の指導が必要であると感じた。また、工具の保守にも責任を持たせるような工夫も必要である。

機械部品や工具に興味を持ってもらうように、必要な部品は自発的にホームセンターなどで入手するよう促したが、受け身な受講者が多く、結局こちらで用意することになった。「授業は授かるもの」といった学びの構えが浸透してしまっているように感じた。

全 11 回の授業で走行系の動作確認に至ったチームは 9 チーム中 3 チームであった。

5 おわりに

室蘭工業大学機械システム工学科機械情報コースで、物作り教育の一環として平成 17 年度から実施予定の機械情報設計法を試行し、ロボット・トライアスロン標準ロボット・キットの製作を行った。

執筆段階では、やっと動くロボットができかけてきた状態であるが、秋に予定しているロボット・トライアスロンに向けて、完成度を増してくるものと期待される。

物作り教育としての成果は今のところ不明であるが、卒業研究の指導を通じて推し量っていきたい。

参考文献

- [1] 花島直彦:第 2 回ロボット・トライアスロン, 日本機械学会誌 4 月号, p.85 (2003)
- [2] 花島, 橋本, 山下, 疋田:工学導入教育を志向した道内大学対抗ロボット・トライアスロンの試み, ROBOMECH'03, 1A1-3F-F5