

卒業研究における カンコロジーロボットの製作

長野県工科短期大学校 太田隆博・千葉隆史

1. はじめに

各種ロボットの中でも自律型ロボットは、プログラムによる制御技術、各種ドライバ回路などの回路技術や機構などの機械技術など、さまざまな技術の集合体である。そしてその製作には、本校電子技術科において、2年間で習得した技術や技能をフルに活用することから、卒業研究の題材としてもふさわしいものと考えている。

加えて平成10年度から、ポリテックビジョンでのカンコロジーロボット競技会に県立の短期大学校も参加可能となったため、大会への出場を目指して自律型ロボットの製作に取り組んだ。

2. ロボットの基本デザイン

はじめに、卒業研究生への最初の課題として、「どのような形で、どのような動きをするロボットを製作するかを絵にする」というテーマを与えた。当然ながら最初のうちは、アニメにでてくるような実現不可能なアイデアが絵となっていたので、前年度の大会のビデオと大会規約を参考に、卒業研究生とともに検討した。デザインにあたっては、われわれもこのようなロボットの製作が初めてであることから、「簡単な機構で、制御も簡単なもの」というスタンスでデザインの検討を行った。

最終的なデザインとしては、缶を2回に分けて相手フィールドに運び、余った時間で相手に入れられ



図1 最初のデザイン図

た缶を相手フィールドに押し返すという作戦を実現するものとの観点から描かれたものであった。

この段階でのデザイン図を図1に示す。

3. 機能しなかった初号機の機構部品

アイデアは固まったが、何をどこから作っていったらよいかかわからないので、とりあえず当科内にあった“アルミ材”“アルミ板”“モータ”“板ゴム”などを学生に渡した。まずは、本体の筐体を作り、機構部分の缶をつかむ部分から製作を行うこととした。缶をつかむ機構については、デザインしたものに似たような機構を試作したが、加工精度の悪さおよび強度が不十分であったため、実際に使えるものとはならなかった。

このとき製作した筐体は最後まで利用されたのだが、精度の問題で何度も作り直した部品も多数あり、

これらの失敗も後に製作していく段階での貴重な経験となったと思われる。

4. 分担作業によるロボットの製作

製作は3人で行うこととし、また、3人が同じことをやっても能率が悪いので、機構部分、回路部分、制御プログラム部分をそれぞれ各人が担当する分業体制でロボット製作を行うこととした。この時点でロボット製作の進め方を、次の考え方で行うこととした。

4.1 製作にあたっての考え方

自作できるものは、可能な限り自作する
製作を分業にする

については、モータなどには市販のドライバ回路やギアボックスなどがあり、それらを用いたほうが信頼性も高く動作も安定するが、「ものづくり」を実感させ、これまでの授業で学んだことをフルに生かせるようにしたいということから、できるだけ自作することとした。

特に、電子技術科の卒業研究ということをはっきりするために、回路部分については、回路設計から製作まで学生が行うようにした。

については、学生自身に「自分の製作している部分が完成しないとロボットとして完成にはならない」という責任感を持たせるうえで有効と考えた。また、分業を行うことで、実際の生産現場のように互いの部品の組み合わせなど、工程間の調整の重要性や難しさを経験させることもできると考えた。

4.2 機構部分の製作

これを担当した学生は、次の機械的な部分を担当した。寸法を含めた本体概略図（ロボット進行方向に向かって左側面）を図2に示す。

(1) 本体筐体部分

この部分は、内部を二層構造として、第一層（下側）には、ラインレース用などのセンサ、本体移動用モータ、ギアボックス、補助輪を配置し、第二層（上側）には、アーム、キャッチャー、スコップ

用の各モータ、各種ドライバ回路、CPU回路を配置した。電池と電源回路については、この内部にスペースをとることができず、本体に外付けした。

また、第一層に設置したセンサについては、取り付け位置の調整で上下方向に容易に移動できるように、取り付け金具に工夫を施した。

(2) 駆動部分

ロボットの移動における動作時間を短縮するため、トルクを大きくするようにギアボックスを製作した。

(3) アーム部分（缶を上げる部分）

リンク機構により、モータの回転運動を直線運動に変換して上下させる。

(4) キャッチャー部分（缶をつかむ部分）

アームの先に取り付けたキャッチャーの動力は、本体に取り付けたモータからラダーチェーンを介して伝達している。その回転を、ラック・ピニオン機構を用いて直線運動に変換して、平行に開閉させている。

なお、動作を規制しているレールには、市販のスライダを利用した。

(5) スコップ部分（缶を相手フィールドに返す部分）

スコップの動作は、ブルドーザのようなイメージで動かすため、リンク機構とスライダにより上下運動を行うように製作した。ここでも前述の市販の

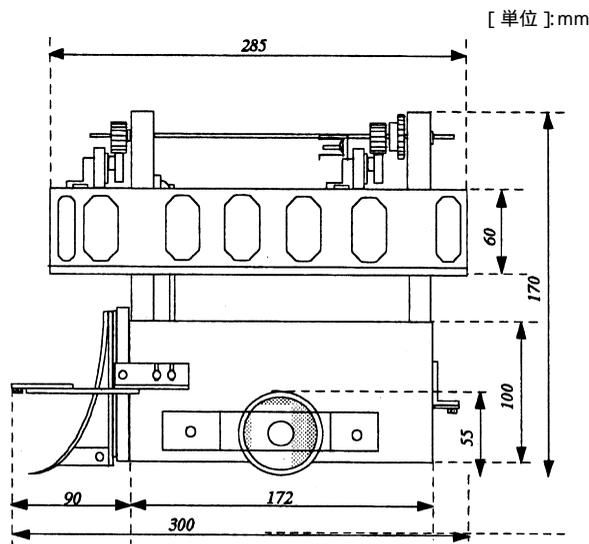


図2 ロボットの本体概略図（左側面）

スライダを利用している。

機構部分の製作については、当科が電子技術科であることもあり、かなり苦労した。機構部分は、実際にロボットを動かしてみると発生してくる問題点があり（予想しなかったところに缶が挟まって移動できなくなるなど）、最後まで改良に追われることとなった。

4.3 回路部分の製作

これを担当した学生は、次の電気的な回路部分を担当した。回路の概要について図3に示す。

(1) 駆動用、アーム用モータドライバ回路

この回路は、すでに当校の実習で製作を行っていたので比較的容易にできた。また、ロボット用の回路では、後で不具合箇所の発見が容易になるようにモータ信号をLED表示できるようにした。

(2) センサ回路

センサとしては、ライン、マークと壁感知用として光センサを用いた。センサ回路は、センサからの電圧値の調整とプルアップ用である。

(3) 電源回路

モータ用（6Vと12V）とICなどの回路用（5V）を電池から供給するための回路である。

(4) CPU接続基板

CPUボードの入出力ラインを、各回路ごとのコネクタに振り分ける回路である。

回路製作では、設計の知識も重要であるが、最も大切なのは、ていねいなはんだ付けと間違いのない配線の技能である。今回製作した回路でも、はんだ付け不良により、動作不良やICの破損などがかなり発生した。また、空き時間を作らないようにするためにも部品の早期調達もかなり重要である。はんだ付け不良以外にも動作不良の原因として、ノイズと思われるものがあり対策に苦労した。

4.4 制御プログラムの作成

これを担当した学生は、制御プログラムを作成した。

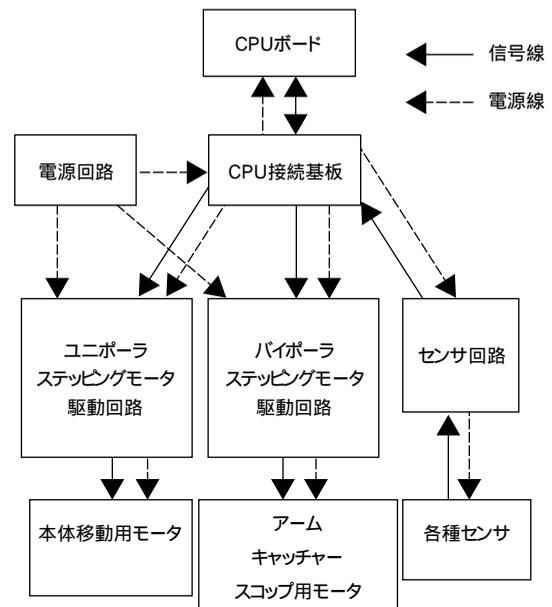


図3 回路の概要

制御プログラムの言語としては、実習において当校で用いているアセンブラ言語かC言語のどちらで作成を行うか迷ったが、より細かにハードウェアを制御できるアセンブラ言語で作成することとした。また、制御プログラムの作成は、次のような段階を踏んで実施した。

(1) 第1段階（ステッピングモータの回転）

当校の実習において、学生はユニポーラかバイポーラの回転制御を行っていたが、復習も兼ねてステッピングモータ制御のプログラムを作成することとした。使用するモータは、本体移動用には2相ユニポーラステッピングモータを、アーム、キャッチャーおよびスコップ駆動用には2相バイポーラステッピングモータを用いることを決め、この段階ではその制御プログラムを作成し、モータの回転を制御することとした。

(2) 第2段階（センサ入力を含めたモータの回転制御）

実際のロボットでは、ライントレースなどセンサの入力によりモータの回転を制御しなければならない。この段階では同時進行で回路を製作しており、実際のセンサ回路ができあがっていないため、プログラム内でセンサの代わりに擬似的な信号を入力し、その信号値によって回転を変える制御を行った。

(3) 第3段階(シミュレーションボードの作製)
第2段階で作成したモータやセンサなどの処理を担う各サブルーチンをリンクして、CPUボードにおいてそのプログラムを実行した場合の入出力が、正確になされているかを確認するのがこの段階である。

図4は、モータやセンサの代わりにLEDやDIPスイッチを配したシミュレーションボードである。これを用いることにより、プログラム担当は独立してデバッグ作業が可能となり、効率的な作業進行を行うことができた。

(4) 第4段階(実機での性能試験と改良)

実際に、実機で試験が行えるようになったのは、大会2週間前であった。モータの回転数や、センサを読み取りにいくタイミングなどに対する適当な数値を決めるのに苦労したが、改良と試験を繰り返した。

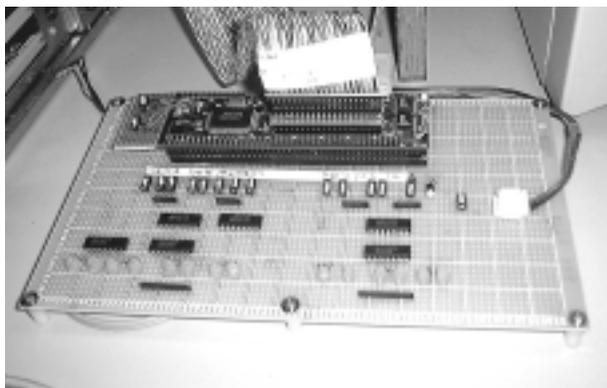


図4 シミュレーションボード

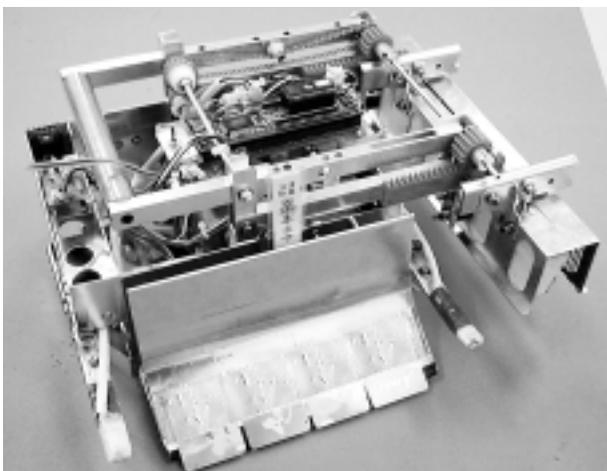


図5 ロボット外観

なんとか納得のいく動作のできる制御プログラムが完成した。

5. ロボットの外観

完成したロボットの外観を図5に示す。

6. トラブルの数々

このようなロボットは、当然のことながらどこか1カ所でも不具合があれば、思ったような動作はせず、たった1カ所のはんだ付け不良が原因となっていたトラブルもあった。他にも回路と筐体の接触による漏電や断線、回路配線ミスなどのトラブルに悩まされた。

大会本番では、フィールドの材質による車輪のグリップの差、ロボットの交錯、会場内のスポットライトによるセンサの誤作動など、予想外のトラブルも発生した。これらは、来年のロボット製作時での課題として生かしていきたい。

7. おわりに

大会では、幸運にも恵まれて第3位の成績を収めることができた。この研究を担当した、鈴木忠彦君、川口晃司君、湯原基行君にとっては、大変貴重な経験ができたと思われる。

ロボット製作にかかわらず卒業研究とは、自らが思い描いたものを実現し、しかもそれが何かの形で社会に貢献できるならば、理想的である。この実現には、学生たちにとっては情熱と体力が、指導する側にとっては、情熱をうまく引き出す動機づけと早期の部品調達等の環境整備が必要であると考えている。

【謝辞】

お忙しい中、前年度に出場したロボットの見学と大会のビデオを送っていただいた東京職業能力開発短期大学校の中川賢一様(現:職業能力開発総合大学校)には、この場を借りまして厚くお礼申し上げます。