

工学教育用ロボットの開発

横 地 弓 夫*・小松崎 年 雄**

Development of Robot for Engineering Education

Yumio YOKOCHI* and Toshio KOMATSUZAKI**

Abstract

Recently, thing-making becomes more important in the engineering education of the university. Especially, students have interest in the moving robot. On the other hand, the foundation of the robotics consists of the knowledge of the electronics, information and mechanical engineering. Therefore, the elementary knowledge of the electronics, information and mechanical engineering can be learned by making suitable robots. So, for the education, we developed robots which filled the following conditions. 1) An electric circuit is simple and easy. 2) Material fee is cheap. 3) Programming is easy. 4) It is possible to make high function robots on this robot. 5) Parts of robots can be recycled.

Key words: Robot, Engineering Education, PIC, Programming, Infrared Rays Sensor

1. はじめに

近年、ロボット工学は最先端技術の結集としてめざましい発展を遂げ産業、医療、福祉等の分野に進出している。今後、他の分野への発展も期待されている。

ロボット工学の基礎は、電気電子、情報、機械（機構学）工学分野の総合領域から成り立っている。ゆえに、ロボット作製にはそれらの分野の総合知識が要求され、初心者にはややとりつきにくい分野となっている。しかし、逆に、ロボットを作ることにより電気電子、情報、機械工学の基礎知識を学ぶことができるともいえる。

一方、大学の工学教育において「物作り」が重要視されてきている。「物作り」の中でも、学生は特に「動くもの」、すなわちロボットに興味を持つ。

学生が興味を持つ「ロボット作り」を通して、

電気電子、情報、機械工学の基礎を学ぶことができれば理想的教育ができる。しかし、ロボットというとアイボ、アシモ、あるいはロボットコンテスト用などのロボットが注目されている。これらは完成度が高く、また高価で教育用としては適していない。また、市販されている教育用のロボットも高価、あるいはキット化されて中身（電気回路、ソフトなど）のわからないものが多く、適切なものがない。

そこで、本報告では、次の条件を満たすような教育用ロボットの開発をした。

- 1) 電気回路がシンプルでやさしく理解しやすい。また、電子部品になじめる。
- 2) 制作費が安く、一人一台ずつ製作できる。
- 3) やさしく理解できるC言語、およびフリーソフトのCコンパイラを使用する。
- 4) 発展性がある。
- 5) 部品はリサイクルが可能なものとする。

上の条件のもとに、本報告では、はじめに2節で光をあてると動く四足歩行ロボットについて述べる。このロボットの電気回路はICも使わず簡単であるが、機構学的には機構学の基礎で

平成 14 年 12 月 26 日受理

* 電気電子工学科・助教授

** 電気電子工学科・教授

ある四節連鎖機構を応用した四足歩行ロボットである。このロボットは電気回路の読み方、はんだ付けの練習用に適している。次に、3節ではCPUとしてワンチップマイコン PIC16F84、センサとして赤外線センサ S7136 を用い、正面の障害物を回避するように C 言語でプログラムされたロボットについて述べる。

2. センサ搭載ロボット

本節では、光りセンサ CdS に光をあてると四足歩行するロボットについて述べる。

2.1 歩行原理

このロボットは、四節連鎖機構の一つである図1のクランクとゆり腕機構¹⁾を用いる。図1の四節連鎖機構において d 節を固定してクランクとゆり腕機構となるには、次の条件が成り立つことである。

- $$\begin{aligned} (1) & a+b+c > d & (2) & a+d+c > b \\ (3) & b-a > d-c & (4) & b+a < d+c \end{aligned}$$

この原理を、ロボットの足に適用したのが図2である。さらに、重心の移動をうまく使うと、リンク a の回転とともに前進を始める。

2.2 電気回路

このロボットの電気回路を図3に示す。

光りセンサ CdS の受光面が暗いときの CdS 両端の電圧を V1, 明るいときの電圧を V2 とするとき, CdS の内部抵抗は暗いときの方が大きいので $V1 > V2$ となる。図3の電気回路におい

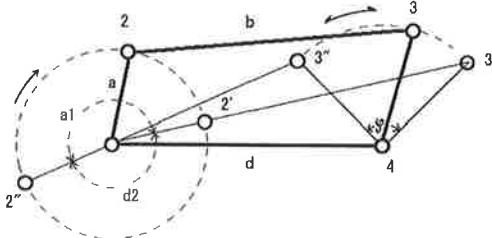


図1 四節連鎖機構

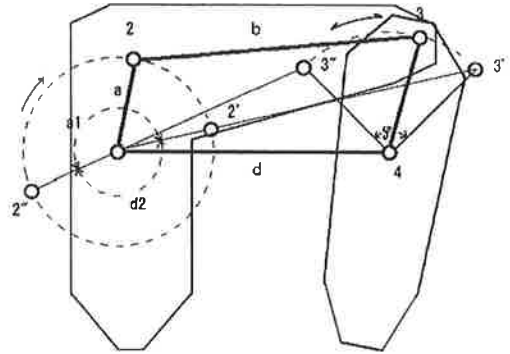


図2 四足歩行原理

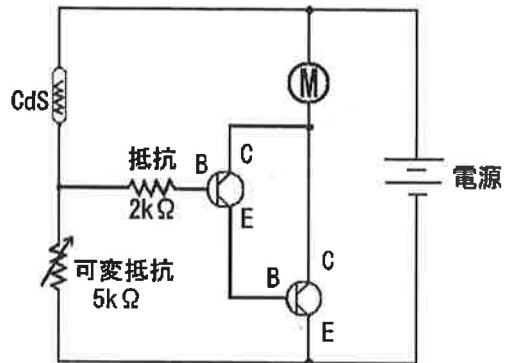


図3 四足歩行ロボットの電気回路図

て、この原理を応用して、暗いときにはトランジスタ部の電圧が低く電流が流れず、明るいときには電圧が高くなりトランジスタに電流が流れてモータが動くように各抵抗値を決めている。また、この回路ではトランジスタ (2SC1815) を2個接続することにより大きな電流を得るダーリントン接続を用いている。トランジスタ 2SC1815 の場合、一つの電流増幅度はおおよそ 100 であるが、ダーリントン接続にすると 100×100 の電流増幅度になる。

2.3 ロボット製作

(1) 電気回路部のはんだ付け

図3の電気回路の基板へのはんだづけは、はじめに、基板の上下にすずメッキ線をはんだづけし、これを+、-の電源とする。次に、各電子

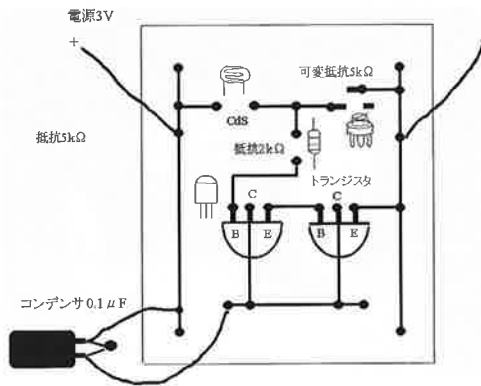


図4 配線スケッチ

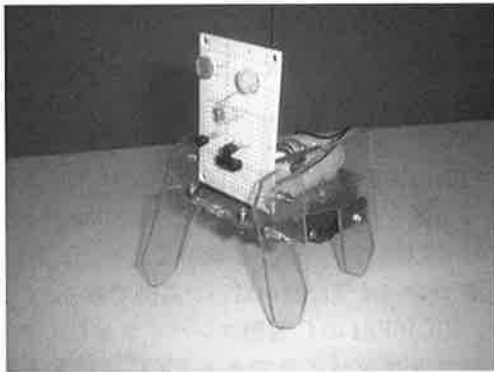


図5 四足歩行ロボット完成図

部品を回路に従って基板上に配置する。この配置を参考に配線のスケッチを図4のように描き、このスケッチをもとに配線とはんだ付けをおこなう。

(2) 駆動部部品リスト

ギヤ部：

タミヤハイパワーモータギヤボックス

モータ：マブチ RE140

(3) ロボット組み立て

完成したロボットは、図5のようになる。

3. PICを用いた障害物回避ロボット

ここでは、ロボットの機能である入力（センサ）→CPU→出力（モータ）を持つ一番簡単な

自律型ロボットについて述べる。センサは赤外線センサ S7136, CPU はワンチップマイコン PIC16F84²⁾(Peripheral Interface Controller) を用いる。また、プログラムはC言語を用いる。

ロボットの動作は、電源を入ると前進し、正面の障害物に跳ね返った赤外線を S7136 が受光した場合、後退、右回転、その後前進するという回避行動をとる。

3.1 電気回路

このロボットの全体の電気回路図を図6に示す。次に、各部の電気回路について述べる。

(1) PIC まわり回路

LED は、PIC まわりの回路および後述の赤外線センサまわりの回路が正確に配線されているかの確認のために接続されている（LEDの点滅は、ロボット製作およびプログラミングの入門ともなる）。

検査用のプログラム（回路が正確に配線されていればLEDが点滅するプログラム）を書き込んだPICにより、配線をチェックできる。これは、配線チェックする基板の数が多いときに有効である。

(2) センサまわりの回路

センサは、浜松フォトリクス社の S7136 を用いる。このセンサの特徴は、外部に赤外ダイオードを接続することにより外乱光の影響の少な

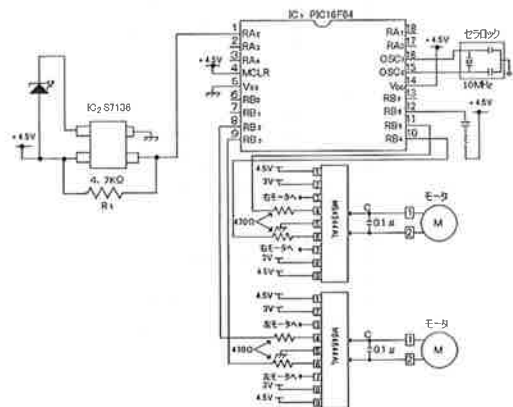


図6 障害物回避ロボットの電気回路図

い光同期検出器を構成できることである。

センサ S7136 の検出ピーク波長は、850 nm である。赤外線発光ダイオードとしては、TLN205 (ピーク波長 880 nm) か TLN110 (ピーク波長 940 nm) が良い。ここでは、TLN110 を用いている。これは、TLN110 のほうが安く検出距離も約 7.5 cm と十分であるという理由による。

センサまわりの回路図の検査には、検査用のプログラム (正確に配線されていれば赤外線発光ダイオードの上を手でさえぎったときに LED が消えるプログラム) を書き込んだ PIC を用いると便利である。

(3) モータドライバ IC まわりの回路

DC モータを制御するのに、モータドライバ IC M54544AL を用いる。

モータドライバ IC M54544AL の足は対称なので、スケッチは図 7 のようになり基板上でのはんだ付けは簡単になる。

3.2 ロボット作製

(1) 駆動部部品リスト

ギヤ部:

タミヤツインモータギヤボックス

モータ: マブチ RE140

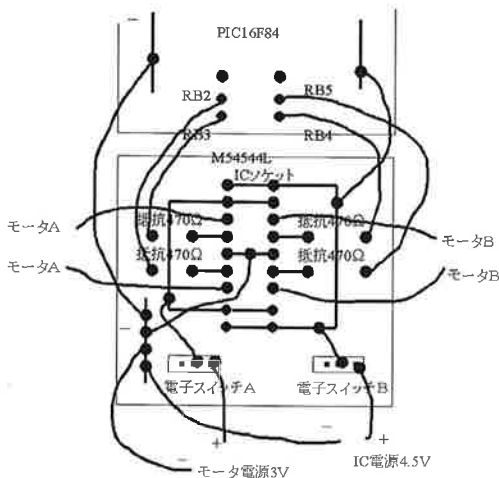


図7 モータドライバまわりの回路図スケッチ

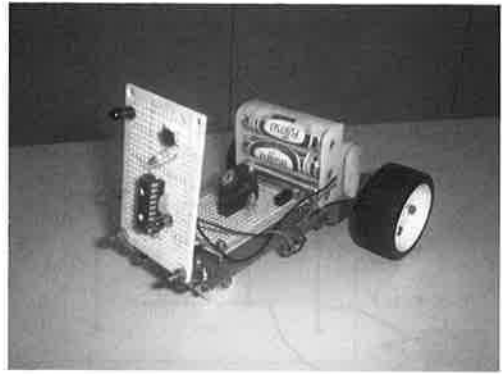


図8 障害物回避ロボット完成図

タイヤ: タミヤ スポーツタイヤセット

(2) ロボット組み立て

完成したロボットは、図 8 のようになる。

3.3 プログラム

PIC に書き込む障害物回避のプログラムには C 言語を用いる。PIC 用の C 言語コンパイラとして CCS コンパイラが標準である。しかし、CCS コンパイラは使い易いが高価である。そこで、PIC16F84 の C 言語コンパイラとしてフリーソフトコンパイラである PICC-LITE を採用した。

プログラムを付録に示した。プログラムは、if-else, while, および関数のみを使用し、わかりやすいものとした。

4. おわりに

本研究では、1 節で述べた条件 1) ~5) を満たすロボットの開発を行った。このロボットは、実際に本学の電気電子工学科 1 年の「基礎ロボット工学」のなかで製作している。また、高校からのインターンシップの教材としても用いている。

インターネットの発達により情報がすぐ手に入るので、インターネットも利用したロボット作製の方法も考えている。

本論で述べたロボットを作製することによ

り，学生が工学に興味を持ってくれればうれしい。

参考文献

- 1) 稲田重雄他：機構学，朝倉書店，1990
- 2) 後閑哲也：PIC 活用ガイドブック，技術評論社，平成 12 年

付録

```
#include<pic.h>
void kaihi(void);
void delay(long t);
```

```
void main()
{
    TRISA = 1;        //A ポートを入力用
                      //に設定
    TRISB = 0;        //B ポートを出力用
                      //に設定
    RA2 = 1;          //赤外線センサを初期
                      //化
    RB6 = 0;          //LED 点灯

    while(1){
        if(RA2 == 0){    //障害物を検知
            kaihi();      //回避関数に飛ぶ
        }
        else{            //障害物がなし
            //前進
            RB2 = 0;    RB3 = 1;
            RB4 = 0;    RB5 = 1;
```

```
        //回避関数
        void kaihi(void)
        {
            //後退
            RB2 = 1;    RB3 = 0;
            RB4 = 1;    RB5 = 0;
            delay(60000); //待ち時間関数に飛ぶ
            //右に曲がる
            RB2 = 0;    RB3 = 1;
            RB4 = 0;    RB5 = 0;
            delay(60000); //待ち時間
        }

        //待ち時間関数
        void delay(long t) //何もしない関数
        {
            long i;        //ループカウンタ
            for(i = 0; i <= t; i++); //無駄ループ
        }
```