

無線を用いた壁面認識ロボットの製作

1. はじめに

近年、マイコンを使用する自律型ロボット技術の進歩が盛んである。レスキューマシンと呼ばれるロボットが災害時などの人命救助で活躍の場を増やしている。しかし、地震等の災害で足場が悪くなると目的地まで辿り着けないといった問題がある。本研究では、レスキューマシンの雛形として実際にマイコン制御のロボットを製作しセンサの検証を行い、ロボット製作とセンサの知識を深めたいと考えた。

2. 概要

C言語プログラムで自律行動をとるロボットを製作する。動作は、センサで発見した壁に沿って走行する。研究順序を下に示す。

- 1) センチピードメカモの製作
- 2) マイコンロボットの製作
- 3) TiColla-CDE を使ったセンサのテスト
- 4) マイコンロボットとメカモの接合
- 5) 無線操作機能の取り付け
- 6) TiColla-CDE でのプログラムの作成
- 7) センサの検証

3-1. メカモについて

メカモとは動物の動きをトレースしたモータ駆動ロボットのことである。何種類かある中で、前進と後退、旋回ができてなおかつ床が多少不安定でも歩けるムカデ型のセンチピードメカモを選んだ。

3-2. RoboDesigner について

マイコン制御基板には RoboDesigner を使った。RoboDesigner とは、マイコン制御のカーロボットが比較的簡単に作製できるように商品化されたものである。付属ソフトである TiColla-CDE を使って C 言語プログラムを基板に転送する。

3-3. 無線制御基板について

無線で電源の ON、OFF を制御して遠隔操作で行動させるために取り入れた。仕様を表1に示す。

表1. 無線制御基板の仕様

名称	4ch 赤外線リモコン
電源電圧	9v~15v
本体サイズ	D105×W70×H20 (mm)
到達距離	約5m
検出範囲角度	上下左右±20°

3-4. センサについて

センサはタッチセンサと赤外線センサ、PSD 素子測距センサで検証しようと思い、選んだ。タッチセンサと赤外線センサは RoboDesigner に付属していたものである。PSD 素子測距センサは対象物の色や明かりの影響が少ないセンサである。タッチセンサは、金属ばねが障害物等で曲がり金属柱に触れて電気が流れれば1、触れてない状態ならば0で値を返す。タッチセンサを図1に示す。赤外線センサはまずしきい値を決める。そして、発光している赤外線の反射を受光部が受け取り、電圧で返す。対象物との距離が近いと電圧値が高く、遠いと電圧値が低くなる。数値に変換された電圧がしきい値より高いと1、低いと0を返す。赤外線センサを図2に示す。PSD 素子測距センサは電圧の値を変数に代入できる。それによりさまざまな使い方ができる。PSD 素子測距センサを図3に示す。

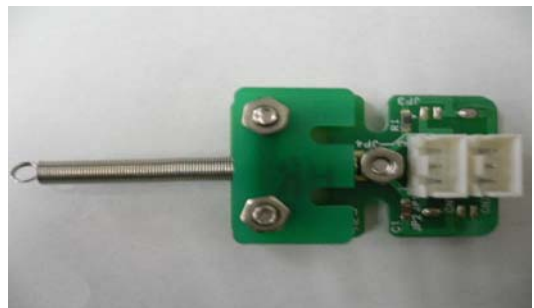


図1. タッチセンサ

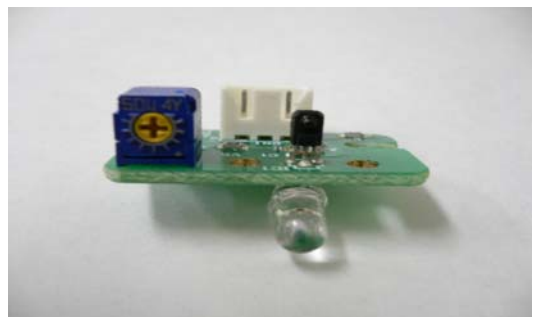


図2. 赤外線センサ



図3. PSD 素子測距センサ

4. 製作について

最初にセンチピードメカモの製作にとりかかった。足の構造が特徴的で、隣り合う足のシャフトが少しずつずれているためにムカデ特有の歩き方を再現できている。完成品を図4示す。

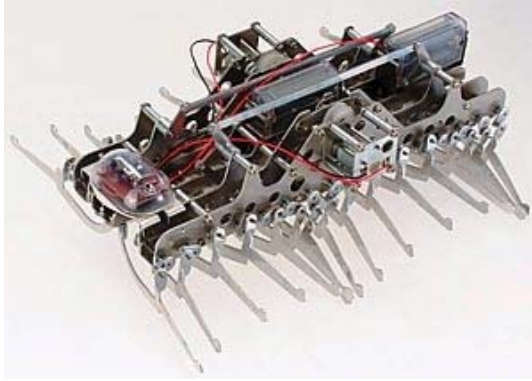


図4. センチピードメカモの製作

次に、RoboDesigner を材料にマイコンカーを製作した。モータ、タイヤ、制御基板、電池ボックスをプレートに取り付ける。完成品を図5に示す。

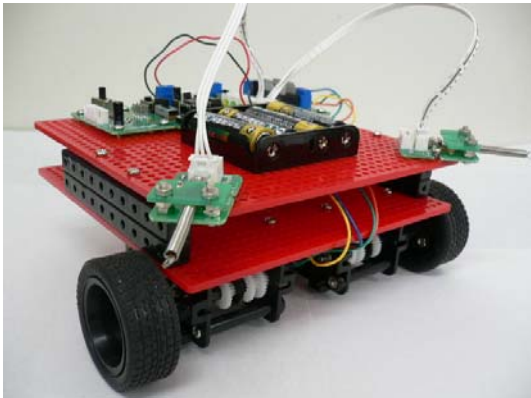


図5. マイコンカーの製作

基本動作とセンサの確認をした後に、モータの接続をタイヤからセンチピードメカモに変えて、センチピードメカモの上に制御基板、電池ボックスを配置した。完成品を図6に示す。

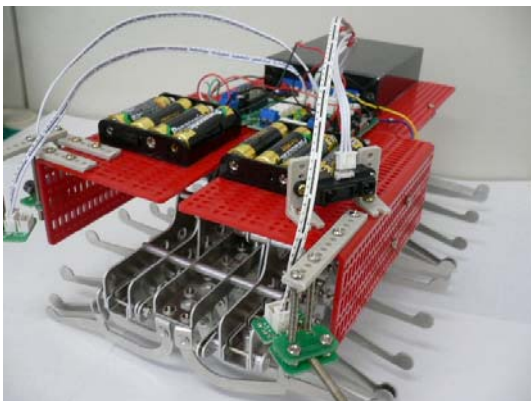


図6. マイコン+センチピードの製作

5. 無線について

遠隔操作でスイッチの ON、OFF を切り替えるには赤外線リモコンが適当だと考えた。ロボットの制御基板の起動にはスライドスイッチを ON にした状態で、さらに押しボタンを押す必要がある。そのために2チャンネル以上のリレー出力が必要だった。2チャンネルの赤外線リモコンが見つからなかったために4チャンネルの赤外線リモコンにした。赤外線リモコンの基板を図7に示す。

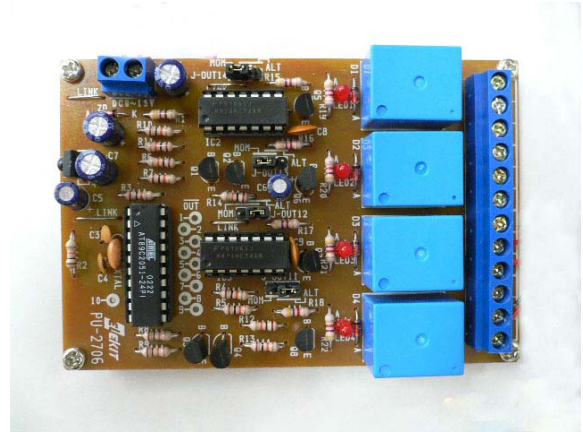


図7. 赤外線リモコン

この赤外線リモコンはそれぞれのリレーで、送信機のボタンを押している間だけ ON になる『モーメンタリーモード』とボタンを押すたびに ON、OFF が切り替わる『オルタネートモード』が選択できる。あらかじめスライドスイッチを ON にしておき、主電源の配線に一つ目のチャンネルをオルタネートモードで直列につなぐ。こうすることで、送信機のボタンでスライドスイッチの電源が入る。そして、基板を見て押しボタンを押したときに電気が流れる二つの箇所にも二つ目のチャンネルをモーメンタリーモードではんだ付けをした。これで送信機の別のボタンで押しボタンを押したことになる。

6. センサ制御アルゴリズムについて

C 言語でプログラムを書くにあたっては、あらかじめ関数があるのでそれらを駆使して書き込んでいく。

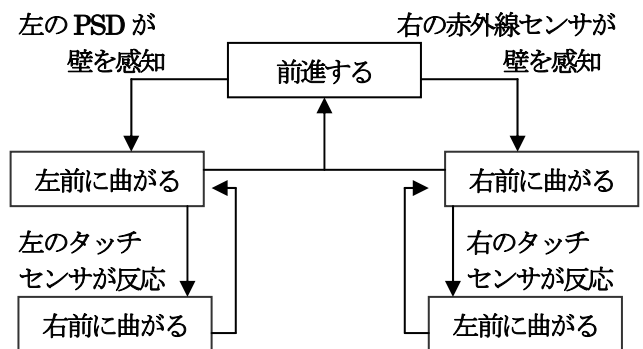


図8. フローチャート

検証のために左右でセンサの取り付けを変化させてみた。右がタッチセンサと赤外線センサ、左がタッチセンサと PSD 素子測距センサである。アルゴリズムとしては、起動後に前進を始める。赤外線センサか PSD 素子測距センサのどちらかが壁に反応した場合に、その壁に近づく。タッチセンサが壁に反応すると離れる。フローチャートを図8に示す。左右のセンサが反応している様子を図9、図10に示す。

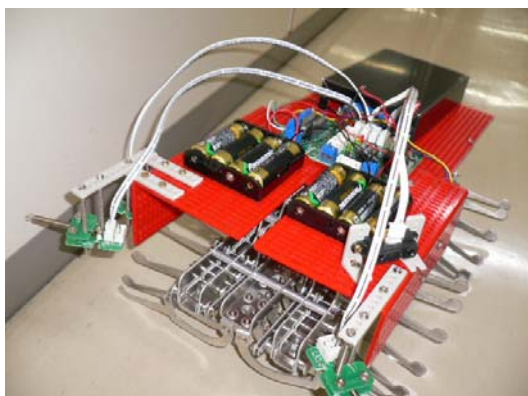


図9. 右の赤外線・タッチセンサの反応の様子

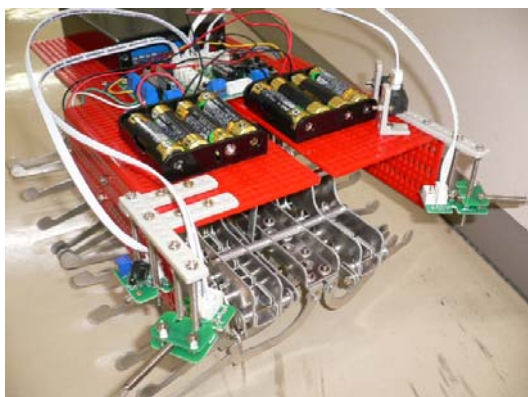


図10. 左のPSD素子測距・タッチセンサの反応の様子

左右のセンサの違いを検証してみたところ、赤外線センサはしきい値以上か以下かで判定しているので、タッチセンサで離れすぎると壁を見失ってしまう。しかし、しきい値を高く設定しすぎると周りの影響を受けて、蛍光灯等の赤外線を誤認してしまう。それに対して、PSD素子測距センサは起動後すぐに壁との距離の電圧値を変数Aに代入し、一定時間後に動いた後の電圧値を別の変数Bに代入する。二つの変数の差を算出し、差が0でないなら壁があるということになる。また、変数A-変数Bが正符号ならば壁から離れている傾向にあり、負符号ならば壁に近づいている傾向にあることがわかる。それを使い、一定時間ごとに変数に代入し、直前に代入した変数と比較する。その値から、壁から離れた度合いがわかるので離れすぎても壁を再発見し易い。

7. 考察

本来 RoboDesigner にはない機能として無線制御を付加することに成功した。

赤外線センサと PSD 素子測距センサとの反応では、PSD 素子測距センサの方が安定していることがわかった。赤外線センサでは周りの光に左右されるが、PSD 素子測距センサでは周りの影響は見られなかった。

8. 問題点と対応

一度、制御基板のスライドスイッチの無線化させようとして調べていると、制御基板をショートさせてしまった。これには、すぐに新しい基板を用意して解決した。

制御基板と PSD 素子測距センサとを接続する線が用意できなかった。これには、RoboDesigner の接続線を改造して接続を可能にした。

モータと制御基板の電池を共有していたのが原因で、制御基板への電圧が足りなくなり赤外線センサの動作が不安定だった。これには、電池を別々にすることで対応できた。

壁面を認識して進むことができるのは、緩やかな曲面の壁だけであった。急な曲がりの壁面には対応できなかった。これに対応するには、前後にも何らかのセンサをつけることで対応できる。

無線制御版の受信感度が当初かなり低く、15cmにも満たないほどだった。そこでカバーをかぶせることによって周りの光を遮り、3~4mで受信するようになった。

9. 終わりに

本研究では、無線機能を付加した壁面認識ロボットの製作を行った。その結果、ロボット製作の知識とセンサの種類と性質、無線回路の仕組みが理解できた。特に、電子回路の配線や、センサの認識方法は、別の分野でも利用できると思った。C言語を使っでのプログラミングは自由度が高く扱い易かった。ただ、レスキューマシンの雛形としてこのロボットを製作したが、壁の緩急や段差で進めない箇所が多いので完成度はまだまだである。

反省点として、電氣的な分野をよく理解しないで、部品を壊してしまったことがあった。それによって慎重さの必要性を改めて実感した。アクシデントが多く戸惑ったが、解決に辿り着いたときは悩んでよかったと思えた。

今後、さらに追加したい付加機能としては、CCD カメラや生体反応センサ、多目的アームをつけてみたい。

参考文献

- 1) ohnMook,「ロボコンマガジン」,No.43,pp60 - 67,(2005)
- 2) JAPAN ROBOTECH,「ROBODESIGNER Teacher's Manual」(2004)