

ロボット対戦競技に使用するための 赤外線リモコンシステムの開発

岡野内 悟*

Development of the Infrared Rays Remote Control System for Robots Match Games

Satoru OKANOUCI

Abstract

In order to play the match game of the produced robot by each student in a campus robot contest, we develop the infrared rays remote control system without a wrong action by infrared rays signal interference. This system is able to operate several robots in 8 robots individually by giving prefix number to each robot. Although each constitution of using infrared rays remote control transmitter is all the same, we are able to operate three motors of an optional robot by setting prefix number of each transmitter. By giving several characteristics to infrared rays sending and receiving data, the wrong robot action by the interference of the infrared rays is prevented. This system is produced actually, and it is confirmed that all robots' actions are desirable.

Key words: Infrared rays, Remote control, Robot contest, PIC micro-controller

1. はじめに

近年、テレビ、ビデオ、エアコンなど様々な家電製品を遠隔操作できるように、赤外線リモコンシステムが数多く使われるようになってきている。これは、高性能の赤外線送受信ユニットが開発され、赤外線制御装置を簡単に製作できるようになったことも一因である。高専ロボットコンテストでは2001年（平成13年）からロボットを遠隔操縦する制約が加えられ、赤外線リモコンを使用することが一般的になっている¹⁾。赤外線リモコン技術向上のため、本校ロボット同好会が行っている校内ロボコンで²⁾、ロボットを赤外線リモコンで操縦する試みを昨年からはじめ、今年の大会に2台の赤外線リモコン操縦ロボットが登場した。

赤外線リモコン操縦のロボットを製作するとき、赤外線リモコン送信機と受信機を自分で製作し、自分のロボットを単独で動かすことは比較的容易である³⁾。しかしながら、複数のリモコン送信機を使い、それぞれのロボットを対戦させるの

は赤外線信号が交じり合うため、誤動作なしに操縦することは容易ではない。今回、校内ロボコンでの対戦競技に使用するため、8台のロボットから任意の2台を選んで、2つのリモコン送信機を使って対戦させる赤外線リモコンシステムの開発を行う。

2. 開発の方針とリモコンシステムの構成

2. 1 開発の方針

これまでの校内ロボコンの競技規定では、使用するモータは3個以内である。そのため、3個のモータを独立に正転・逆転することを想定する。また、今年の校内ロボコンで赤外線リモコン操縦のロボットを製作した学生は2名で、他は有線のリモコンであった。そのため、今回は8台以内のロボットを対戦させることを想定し、2進数3ビットでロボットを識別するものとする。

赤外線リモコン操縦ロボットを製作する場合、

ロボット本体とリモコンを学生各自でそれぞれ製作すれば良いように思われる。しかしながら、自由にリモコン送受信機を製作するのは、次のような不都合が予想される。

- ①互いのリモコンからの赤外線信号が混信し、誤動作の原因となる。
- ②赤外線を送信する出力の強さや待ち時間の違いで、不公平となる可能性がある。
- ③リモコンが原因でロボットがうまく動かない場合、その原因がリモコンシステムの送信側にあるのか受信側にあるのかが特定しにくい。
- ④電子部品が数多く必要で、経済的でない。

そのため、ロボットの識別信号を簡単に変更できる同じ構成のリモコン送信機を複数準備し、対戦前にそのロボットの識別信号に設定して使用する。すなわち、学生はこちらで準備したリモコン送信機を使用し、ロボット本体とリモコン信号の受信部分とモータの駆動部分のみを製作する。なお、リモコンシステムを製作する際には一般に普及している安価な部品を使い、少ない部品で簡単に製作できるように心がける。リモコンの消費電力も必要最小限となるように配慮する。

2. 2 リモコンシステムの構成

先の方針をもとに開発する赤外線リモコンシステムの構成は、図1のようになる。

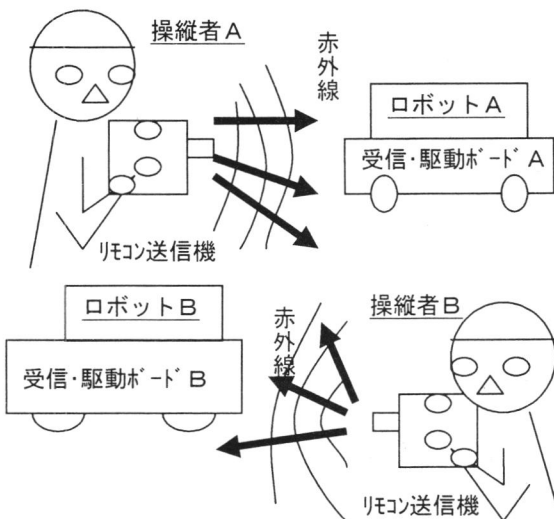


図1 赤外線リモコンシステムの構成

操縦者A、操縦者Bがそれぞれリモコン送信機を使って、自分のロボットA、ロボットBを操縦する。それぞれのロボットには固有の識別番号が与えられており、ロボットが自分の識別番号で動くように受信・駆動ボードを製作し、プログラムする。その結果、ロボットAは受信・駆動ボード

A、ロボットBは受信・駆動ボードBにより動作する。操縦者Aと操縦者Bは同じ構成のリモコン送信機を使っているが、操縦者Aのリモコン送信機にはロボットAの識別番号を設定し、操縦者Bのリモコン送信機にはロボットBの識別番号を設定することで自分のロボットを操縦することができる。また、ロボットの識別番号を変えることでどのロボットのリモコン送信機としても使えるため、識別数に相当する台数のロボットを同時に対戦させることができる。一般に、複数のリモコン送信機から同時に赤外線信号を出力した場合、赤外線信号が混信する。しかし、リモコン送信機から出力するタイミングや赤外線信号のデータ形式を工夫することで、誤動作や操縦不能となる確率を小さくすることができる。

2. 3 送受信する赤外線信号

赤外線は熱放射であり、自然界のあらゆるものから放出されている。通常、赤外線リモコンシステムでは、自然界の赤外線と赤外線信号を区別するため、受光素子の周波数と合った赤外線を出す発光ダイオード(LED)を特定の周波数(約38KHz)で点滅させる。リモコンの信号波形は、点滅の状態が約 $600\mu s$ 続いた後に信号のない状態が約 $600\mu s$ 続いた状態をデジタルデータの'1'、 $1200\mu s$ 点滅のない状態を'0'としてデジタルデータを送受信する⁴⁾⁵⁾。すなわち、リモコン送信機から出力される赤外線信号の波形パターンはどれも同じで、デジタルデータ'0'と'1'の並びの違いでロボットの動作を決定する。この方式により、周囲からの赤外線外乱の影響をかなり小さくできる。

複数のリモコン信号が混在すると、リモコン送信機から送信したデジタルデータとロボットで受信したデータが変化し、誤動作の原因となる。誤動作を防ぐためには、誤ったデータかどうかをチェックし、誤ったデータの動作は行わないようにする。このためには、データに誤りがあるかどうかをチェックできるよう、データの並びを工夫する。一般に送信するデータに冗長性を持たせることでデータの誤りのチェック箇所が増え、受信データの信頼性は向上する。一方、冗長性が高すぎると送受信データが多く、送受信に時間を要し、混信の確率も増す。特に対戦競技では、複数の赤外線信号が交錯するため、必要以上に信号を出さず、他のリモコンからの信号を通りやすくすることも重要となる。当然、対戦するロボットの数が増えると、混信の確立も増す。今回、使用した送受信データの形式とチェック箇所は次のとおりである。

[送受信データの形式]

…0 1 1 1 0 * * 0 * S S S S S 0 …

①'…0'

リーダー部。リモコン信号の送受信を待つ。

②'1110'

開始。リモコンデータの送受信を開始する合図である。

③'**0*'

識別番号。リモコンまたはロボットの識別番号を送受信する。識別番号は3ビットで2進数のデジタルデータ***で表し、000から111まで8種類ある。送受信の際に、識別番号始めの2ビットの後に'0'を入れる。

④'SSSSSS'

スイッチ状態。リモコン送信機の3個のレバースイッチの状態をそれぞれ2ビットで送受信する。このレバースイッチは(ON)-OFF-(ON)タイプで通常は中立のOFF状態であるが、レバーを前後または左右のいずれかに傾けることで傾けた側がONとなる。ONならば'1'、OFFならば'0'のデジタルデータを送受信する。

⑤'0…'

リーダー部。リモコン信号の送受信を待つ。

[誤りのチェック箇所]

- ①レバースイッチを使用しているため、同じスイッチの2つのビットが同時に'1'にならない。
- ②ロボットの識別番号は3ビットであるが、始めの2ビットの後に'0'が必ず入る。
- ③上記の①②より、ロボットの識別番号とスイッチの状態がいかなる場合でも、送受信の開始以外で'1'が3個以上連続することはない。

この形式のデータを送受信するためにかかる最小時間は、1ビットの送受信が約1.2msで16ビットであるから $1.2\text{ms} \times 16 = 19.2\text{ms}$ となる。データを一度送受信した後の待ち時間(リーダー部)は、とりあえず送受信時間の十倍以上の200ms程度とする。このとき、1秒間に5回のデータ送信が行える計算になるが、実際は相手のリモコン信号との混信などにより、何回かは受信に失敗する。この待ち時間の長さが、操縦感覚に影響する。

3. リモコンシステムの製作

実際に対戦競技に使用するため、リモコンシステムの製作を行った。

3. 1 リモコン送信機の製作

リモコン送信機の電子回路を図2に示す。

マイクロチップテクノロジー社のマイクロコントローラPIC16F84Aを1個、10MHzで使用する。赤外線信号は、RA2、RA3ポートから1個の赤外線

発光ダイオード(LED)を点滅して送信する。他のロボットへの影響を少なくするよう、赤外線の強さは控え目にしている。赤外線は肉眼では見えないので、赤外線発光ダイオードの点灯と連動し、出力確認用の発光ダイオードを点灯する。

3個のレバースイッチは(ON)-OFF-(ON)で、それぞれロボットの3個のモータを独立に正転・逆転することを想定している。スイッチの状態取り込みには、PICのBポートをプルアップモードで使用し、レバーを傾ければRB2からRB7がそれぞれハイレベルからローレベルになる。

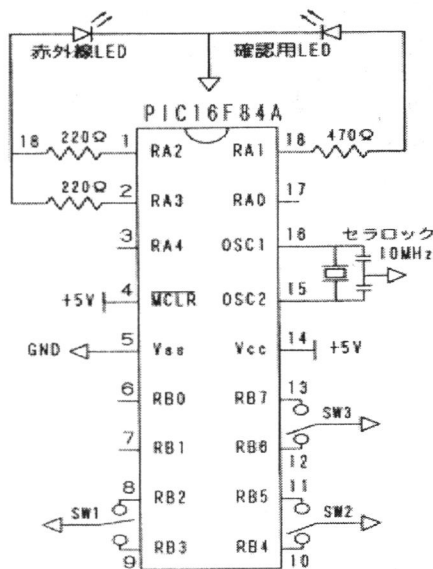


図2 リモコン送信機の電子回路

ロボットの識別番号の設定は、リモコン送信機に電源を入れ、確認用LEDが3回点滅した後のスイッチの状態で決める。たとえば、どのスイッチのレバーも傾けなければ'000'、右レバーだけを前に傾ければ'001'、右レバーだけを後ろ傾ければ'010'などのように決めている。よって、識別番号を変更するには、レバースイッチを目的の識別番号となるように傾け、電源を入れ直すことで容易に行える。

写真1は、製作したリモコン送信機である。縦×横×高さは、63mm×130mm×40mmで、市販のプラスチック製弁当箱を使用した。弁当箱の手前(写真下向き)の側面の2つの丸が赤外線発光ダイオードと出力確認用の赤色発光ダイオードである。弁当箱上面の金属レバーを傾けると、赤外線信号を出力する。写真中央から右上の円筒形のは、電源スイッチの押しボタンである。金属レバースイッチを適当に傾けて電源を入れると、確認用の発光ダイオードが点滅し、レバースイッチに対応した識別番号が設定され、確認用の発光ダイオードが識別番号に応じた回数点滅する。これ

により、設定された識別番号を確認できる。節電のため、スイッチレバーを傾けない限り、赤外線信号は出さない。



写真1 製作したリモコン送信機

3.2 受信・駆動ボードの製作

赤外線リモコン信号を受信し、モータを駆動するための受信・駆動ボードの電子回路の例を図3に示す。

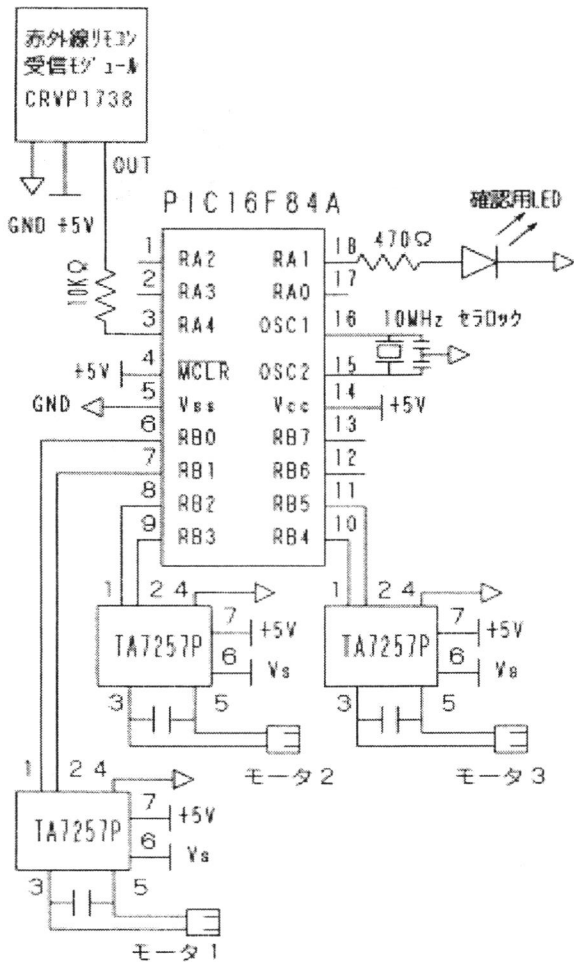


図3 受信・駆動ボードの電子回路例

リモコン送信機の電子回路と同様に 1 個の PIC16F84A を使用した簡単な構成である。ロボットのモータの構成により、モータ駆動回路の構成も変える必要がある。赤外線信号は、赤外線信号受信モジュール CRVP1738 で受信し、RA4 ポートからマイコンに取り込む。マイコンでリモコン信号をチェックし、誤りがなく識別番号が自分のものであれば、スイッチの状態によってモータを回転する。モータはモータドライバ TA7257P を使用している。必要により動作確認のための LED を点灯する。

写真2 は、製作した受信・駆動ボードである。写真中央に3個横向きに並んでいるのがモータドライバである。ボード右下の黒い四角が赤外線信号受信モジュールである。

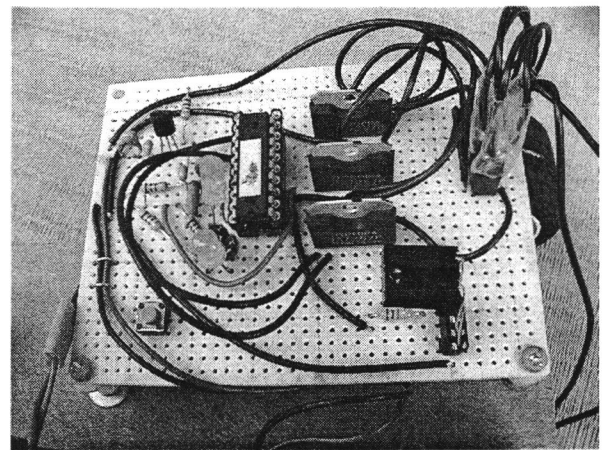


写真2 製作した受信・駆動ボード

4. リモコンシステムの動作結果

製作したリモコンシステムの動作確認を行う。使用したロボットは今回、校内ロボコン競技に参加した赤外線リモコン操縦のロボット2台である。写真3はその一台である。

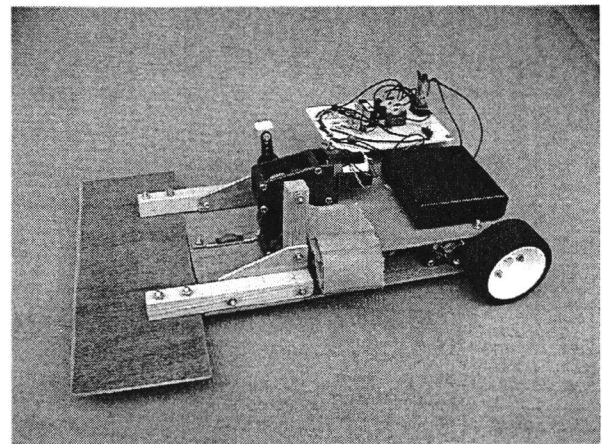


写真3 赤外線リモコン操縦のロボット

左右2つの車輪が独立に回転し、写真左のアームが上下する。ロボットの右後ろ(写真右上)のプリント基板が、写真2の受信・駆動ボードである。

まず、2台のロボットと1つのリモコン送信機を使って、目的の識別番号のロボットのみを操縦できるかを調べる。リモコン送信機とロボットの受信・駆動ボードの識別番号を順に変え、8つ全ての識別番号でロボットの操縦性の良し悪しと他のロボットの誤動作の有無を見る。ロボット単独なら、対応した識別番号のロボットのみを良好に操縦できることを確認した。

次に、複数のロボットが対戦する場合であるが、今回、競技に参加した赤外線操縦のロボットは2台だけであったため、2台による対戦を行った。有線のリモコンに比べると、有線のリモコン操作に比べ、反応速度が多少鈍い感覚はあるが、2台とも良好に動作した。今後、赤外線信号を出力する待ち時間はどの程度が良いのかなど、詳細に調べる必要がある。

5. おわりに

今回は、とりあえずロボット対戦が可能な赤外線リモコンシステムの開発を行った。2台だけの対戦であったため、赤外線の混信の問題は特に生じなかった。しかし、赤外線操縦ロボットの参加が増え、複数の競技場で同時に対戦するようになると、いくつもの赤外線信号が様々なタイミングで出され、操縦性が悪くなることが予想される。実際に何台のロボットの対戦までなら実用に耐え得るのか、赤外線信号を送受信するタイミングをどのように決めるのが良いのかなど、検討すべき課題は多い。しかしながら、校内ロボコンで学生が赤外線制御技術を日頃から使うことで、高専ロボコンの技術も向上するものと期待している。

参考文献

- 1) 岡野内 悟：ロボコンのための赤外線リモコンシステムの開発、大島商船高等専門学校紀要、第35号、p53～p57、(2002)
- 2) 岡野内 悟：ロボット同好会をとおしてのもの作り教育、論文集「高専教育」、第26号、p459～p464、(2003)
- 3) 木村有佑：市販ギヤボックスで製作した作品を遠隔操縦するための赤外線リモコンの製作：平成16年度卒業論文
- 4) 赤外線リモコン受信モジュール TSOP1738 データシート、(株) 秋月電子通商
- 5) 後閑哲也：P I C活用ガイドブック (2000)、技術評論社

