

電源を内蔵したレゴバトル無線操縦ユニットの開発

岡野内 悟*

Development of a Control Unit with Power Supply Batteries for LEGO BATTLE

Satoru OKANOUCI

Abstract

LEGO BATTLE is an experimental learning that we are doing for more than 10 years at our campus. When we carry out delivery lessons, following problems happen. ①To carry heavy a power supply is a burden, because of playing LEGO BATTLE for few hours. ②The cable connector from drive unit of LEGO blocks is too easy to pull off, etc. So we develop new radio control unit for LEGO BATTLE. The improvement methods are following. ①Miniaturizing the electronic circuit part by using PIC12F629, the power supply is inserted in the radio control unit. ②The cable connector is changed to the 006P style connector. This produced unit shows designed movements, and can be useful in various places to do LEGO BATTLE.

Key words: delivery lesson, experimental learning, radio control, PIC12F629, LEGO, 006P

1. はじめに

小学生から大人まで、誰でも手軽に楽しめるやさしい体験学習の一つとして、レゴバトルを始めて10年以上になる。この間、ロボット同好会での基礎力の向上や商船祭、オープンキャンパス、大島丸サマークルーズなどの学校行事のみならず、さらら博などの地域イベントや出前授業など、活躍の場を広げている¹⁾²⁾。これは、レゴバトルを実施する場所や時間の条件に柔軟に対応できるよう、機材の改良を続けてきた成果でもある。例えば、ブロックで組み立てたロボットをラジコン操縦できるようにする、無線操縦ユニットの信頼性を向上する、ケーブル長の変更や台車の動作方向の調整を楽に行えるようにするなどである³⁾⁴⁾⁵⁾。しかしながら、先日の小学校への出前授業の際、いくつかの問題点が浮上した。その解決のため、今回PIC12F629を使用して電子制御の簡素化を図り、空いたスペースに電源を内蔵した新しい無線操縦ユニットの開発を行った。これによって、可搬性や対戦準備が容易となり、レゴバトル運用の幅がさらに広がるものと期待している。

本論文では、まず、これまでのレゴバトル装置

の問題点を挙げ、その改善策を提案し、無線操縦ユニットの設計を行う。次に、実際に無線操縦ユニットを製作し、動作確認を行い、有効性を示す。

2. 問題点と改善策

2. 1 問題点

小学校での出前授業で明らかになった問題点は、次の3つである。

問題点1：鉛蓄電池の携帯電源は重く、運搬時の負担になる。

問題点2：コネクタの接続が外れやすく、対戦が中断することがある。

問題点3：一度コネクタが外れると、ラジコン操作方向と台車移動方向を合わせる手間が生ずる。

問題点1の趣旨は、次のとおりである。これまで、レゴ台車の無線操縦ユニットの電源として鉛蓄電池の携帯電源を使用してきた。鉛蓄電池は容量が大きく約17時間という長時間の連続使用も可能である。しかし、出前授業の実施時間は2時間程度であるから3時間程度の電気容量で足りる。一方、少人数で準備を行うため、機材は少ない方が楽である。すなわち、携帯電源なしで運用でき

るのが理想である。

問題点2の趣旨は、これまで、レゴ台車と無線操縦ユニットの間を2ピンの差込式のコネクタを使って接続してきた。何度も抜き差しが行われるため、ピンが摩耗して差込んだピンが抜けやすくなっている。対戦中、コネクタが抜けると、試合を中断して抜けたピンを差し直す必要がある。また、問題点3として、差し直したピンの向きが逆だと台車の移動方向が逆になるので、向きを合わせる作業が再度必要となり、時間の無駄となる。特に対戦待ちの人が多い場合、不満が溜まる。

2.2 改善策

先の問題点を改善する方法はいくつか考えられるが、既存の部品を使って安価に実現する方策として、次の改善策を提案する。

改善策1：電源を単3型のニッケル水素蓄電池8本と006P型の電池にする。

改善策2：PIC12F629を使用して無線操縦ユニットの電子制御部の簡素化を図り、ボックスの空いた部分に電源を内蔵する。

改善策3：コネクタを006P電池用のスナップに変更する。

まず、改善策1について説明する。写真1は、電源として使用する電池である。



写真1 電源として使用する電池

写真左が、これまで使用してきた鉛蓄電池を内蔵した携帯用電源で、容量は12V7Ah、重量は3.6kgである。写真右が単3型のニッケル水素蓄電池8本パックと006P型の角型電池である。容量はそれぞれ9.6V1.7Ah、8.4V0.2Ahで、重量は両方を合せても260gと大幅に軽量化できる。また、電池の容積は80mm×60mm×30mmで両方とも収まる。よって、改善策2により、電子制御回路を小型化できれば、無線操縦ユニット内に収めることが可能となる。

改善策3については、次のとおりである。

写真2は、使用するコネクタの形状である。

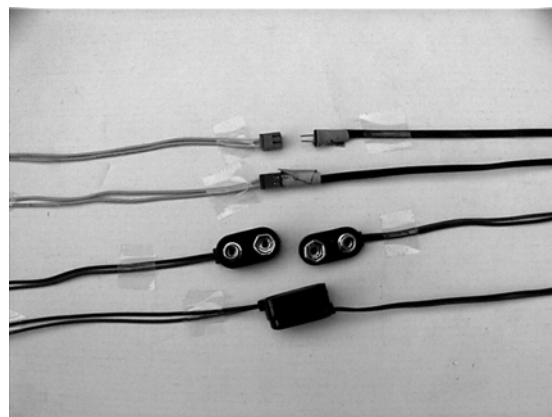


写真2 使用するコネクタ形状

上の2つがこれまで使用している2ピンコネクタの接続前と接続後、下の2つが006Pスナップの接続前と接続後である。写真のようにスナップには極性があり、接続すると外れにくい構造となっている。よって、改善策3により、対戦中に引っ張られてもコネクタ接続が外れることはない。また、対戦前に適当に接続しても、ラジコン操作の方向と台車の移動の方向の組み合わせは2種類だけなので、方向を合わせる作業も楽になる。

3. 設計

改善策をもとに、無線操縦ユニットの電子回路とプログラムの設計を行う。

3.1 電子回路

レゴバトルでは、ロボット1台につき左右2個のレゴ台車（モータ）の回転制御が必要で、2台のロボットを対戦させるために合計4個のモータを独立に制御する必要がある。今回、将来の拡張性も考慮して、1つのマイコンで1つのモータの正転・逆転・停止を制御する電子回路を基本に、この回路を4つ並べる構成とする。

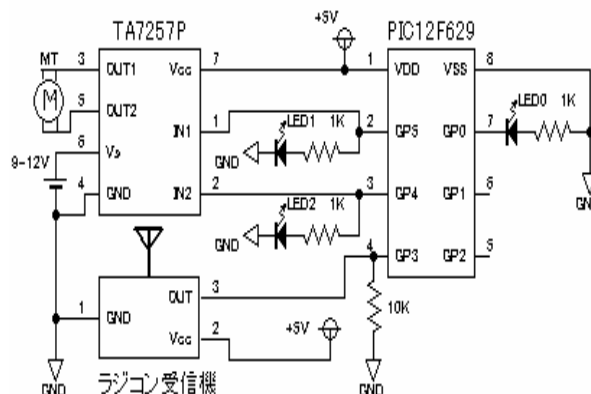


図1 1個のモータを制御する電子回路

電子回路を図1に示す。

基本の回路は、マイクロチップテクノロジー社の8ピンのマイクロコントローラPIC12F629と東芝セミコンダクタ社のモータドライバTA7257Pをそれぞれ1個使って構成する⁶⁾⁷⁾。ただし、PIC12F629にアナログ入力を加えただけのPICマイコンPIC12F675も、使用可能である。

PIC12F629は内部クロック回路を持つため外部発振子が不要で、VDDをIC用の電源+5V、VSSをGNDの0Vに接続するだけで動作する。内部クロックの周波数は4MHzである。

ラジコン受信機からのサーボ制御信号をGP3から取り込み、GP4とGP5からモータドライバTA7257Pへ制御信号を出力し、モータを回転する。このモータ回転の制御信号の状態は、それぞれLED1、LED2の発光ダイオードの点灯で確認できる。また、GP0のポートのLED0は、プログラムの動作などを確認するために設けた。全体では、この回路が4つ並ぶことになる。

3.2 プログラム

1個のPIC12F629がそれぞれ1個のサーボ制御信号を取り込み、1個のモータの回転を制御するだけであるから、プログラムも簡単である。

まず、ラジコン受信機からのサーボ制御信号について説明する。サーボ制御信号は図2のようである。

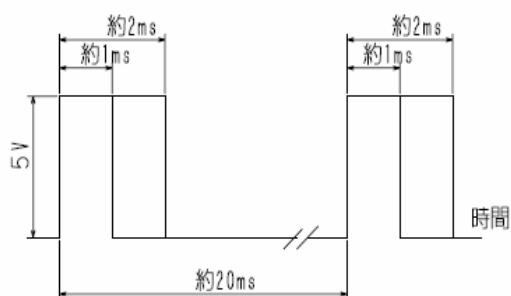


図2 サーボ制御信号

電圧5Vの矩形波が約20ms毎に出力される。ラジコン送信機の操作によって、矩形の幅が約1msから約2msの間で連続的に変化する。実際は、ラジコン送受信機のメーカーや機種によってこの時間の幅には差があり、今回使用する4機種を比較した結果、最小は0.75ms、最大は2.15msであった。このサーボ制御信号をPIC12F629のGP3ポートから取り込む。

また、GP4とGP5ポートから出力するTA7257Pへのモータ回転の制御信号は表1のとおりである。必要なモータの動作に合わせて、GP4とGP5か

ら‘0’か‘1’を出力する。

表1 モータ回転の制御信号

モータ動作	GP4	GP5
停止	0	0
正転(逆転)	1	0
逆転(正転)	0	1
ブレーキ	1	1

ただし、‘1’は5V、‘0’は0Vを表す。

なお、プログラムはマイクロチップテクノロジー社のMPLABの統合環境下で、CCS社のC言語PCWを使って作成する。プログラムの流れは、次のとおりである。

(1) 初期設定

- ①GP0、GP4、GP5の3つを出力ポート、他を全て入力ポートにする
- ②GP4とGP5からモータ停止の制御信号を出力
- ③動作確認のためGP0ポートのLED0を点滅する

(2) サーボ制御信号の監視

- ①GP3のサーボ制御信号が‘1’になるまで、20μs毎に監視を続ける
- ②GP3のサーボ制御信号が‘1’になると(3)へ
- ③監視中に約30ms間‘1’とならないならサーボ制御信号が来ていないと判断して、モータを停止する

(3) サーボ制御信号を識別してモータ回転

- ①さらに、600μs待つてサーボ制御信号GP3が‘1’でなければGP4とGP5からモータ停止の信号を出力して、(4)へ
- ②さらに、660μs待つてサーボ制御信号GP3が‘1’でなければGP4とGP5からモータ正転の信号を出力して、(4)へ
- ③さらに、400μs待つてサーボ制御信号GP3が‘1’でなければGP4とGP5からモータ停止の信号を出力して、(4)へ
- ④さらに、600μs待つてサーボ制御信号GP3が‘1’でなければGP4とGP5からモータ逆転の信号を出力して、(4)へ
- ⑤モータ停止の制御信号を出力し、(4)へ

(4) 次のサーボ制御信号の前へ

- ①15ms待つて、(2)へ

ここで作成したプログラムを4個のPIC12F629全てにプログラミングすれば、2個のレゴ台車で組み立てたロボット2台を対戦させる無線操縦モジュールのプログラミングが完了する。

4. 製作と結果

以上の設計に基づき、無線操縦ユニットを製作する。製作結果と動作結果を以下に示す。

4. 1 製作結果

写真3は製作した無線操縦ユニットの概観である。



写真3 無線操縦ユニットの概観

これまでと同じ大きさの弁当箱をケースとして使っている。写真左にある車輪のついた黒い箱がレゴ台車で、弁当箱上面から出たケーブルのスナップと接続し、ラジコン操縦で動かす。箱の右上、右下に並んでいる押しボタンを使って、ラジコン操作の方向と台車の移動する方向を合せてから対戦する。

写真4は、無線操縦ユニットの内部である。

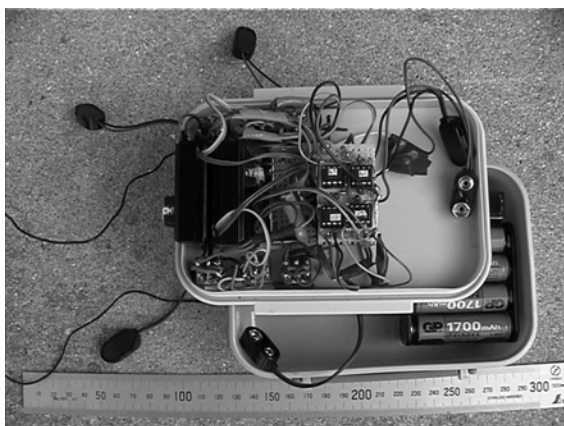


写真4 無線操縦ユニットの内部

上蓋の左の黒い箱がラジコン受信機、上蓋の中央のボードに、上下2列に並んでいる4個のICがPIC12F629である。モータドライバTA7257Pはこのボードの下に隠れている。電子回路部分をコンパクトにまとめ、上蓋の右部分に空間ができています。ここに、電源を収めることができる。

4. 2 動作結果

実際に、レゴブロックで2台のロボットを組み立て、対戦させた結果、2台とも問題なく動作することを確認した。

5. おわりに

レゴバトルを運用するとき、予備の電源も準備する。そのため、今回の成果は実質的には携帯電源が2つ不要になった計算になり、運搬がかなり楽になる。問題は変更した電源の電池で運用できる時間で、計算では3時間程度と考えているが、実際に何時間の運用に耐えうるかを次のイベントなどで検証したい。

今回の電子回路の構成は、1個のPIC12F629で1個のモータの回転を制御するため、電子回路部分をモジュール化しやすい。そのため、ロボットごとに1台の無線操縦ユニットに分けてしまう構成も容易である。現在のレゴバトルの考え方は同じ条件で対戦させることを前提に、各レゴ台車に同じ電源から同じ電力を供給する構成にしている。今後、ケーブルの絡まりなどを解消する意味でも、全体構成の変更についても検討したい。

参考文献

- 1) 岡野内 悟：安全性とリサイクルを意識したもの作り体験学習の試み、論文集「高専教育」、第24号、p289～294、(2001)
- 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、p459～464、(2003)
- 3) 岡野内 悟：レゴバトルロボットのための無線操縦ユニット、大島商船高等専門学校紀要、第32号、p35～p41、(1999)
- 4) 岡野内 悟：各イベントにおける様々な要望に対応するためのレゴバトル使用機器の改良、大島商船高等専門学校紀要、第33号、p25～p28、(2000)
- 5) 岡野内 悟：PIC マイコンを使ったレゴバトル無線操縦ユニットの開発、大島商船高等専門学校紀要、第34号、p33～p37、(2001)
- 6) 後閑哲也：改訂版電子工作のためのPIC16F活用ガイドブック (2004)、技術評論社
- 7) 中尾真治：おもしろいPIC マイコン PIC12F675を使いこなす (2004)、オーム社