

# ロボコン・ロボカップに向けた三相 BLDC モータドライバの開発

電気・電子システム工学科 5 年 関口 恵太  
情報工学科 4 年 川上 輝

## ■ 概要

ロボカップでは従来から三相 BLDC モータが使用されてきたが、近年はロボコンにおいてもその存在が多く認められるようになった。そこで本開発ではロボコン・ロボカップへの使用を目的とした比較的安価で汎用的な三相 BLDC モータドライバ(以下 MD と称する)の開発を行う。

MD には個々に ARM マイコンが搭載され、MD は制御基板や PC からシリアル通信で指令値を受け取る。そのため通信フォーマットさえ合わせれば様々な用途に転用することができる。MD ごとに固有の ID が割り振られるため多数の MD を同一のバスに接続することができる。

また、電流センサが搭載されており、ホールセンサやロータリーエンコーダを取り付けることが可能なため、これらを利用したフィードバック制御を行うことができる。

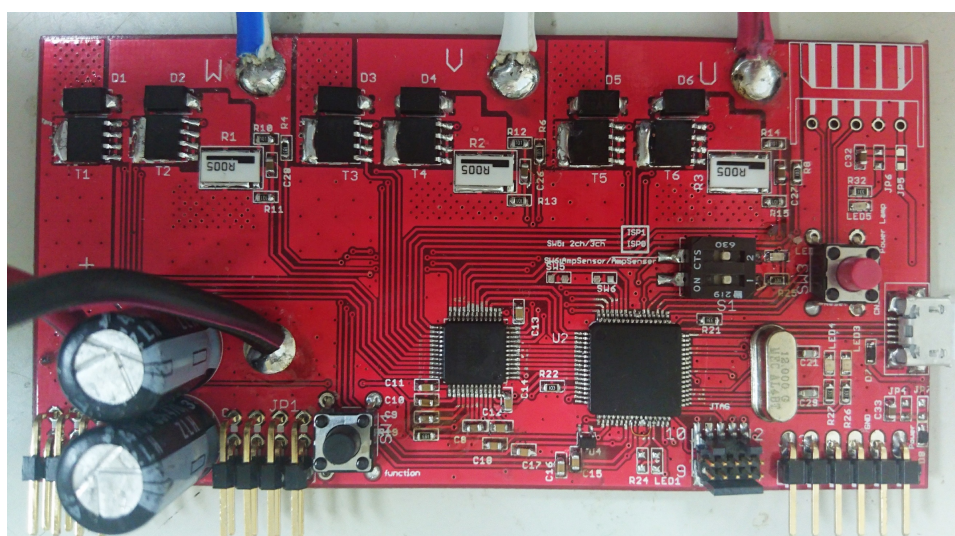


図 1. 本開発により作成された基板

## ■ システムブロック

MD は、MCU とゲートドライバから成り立っている。MCU は USB 通信によって PC と接続される。MCU は、

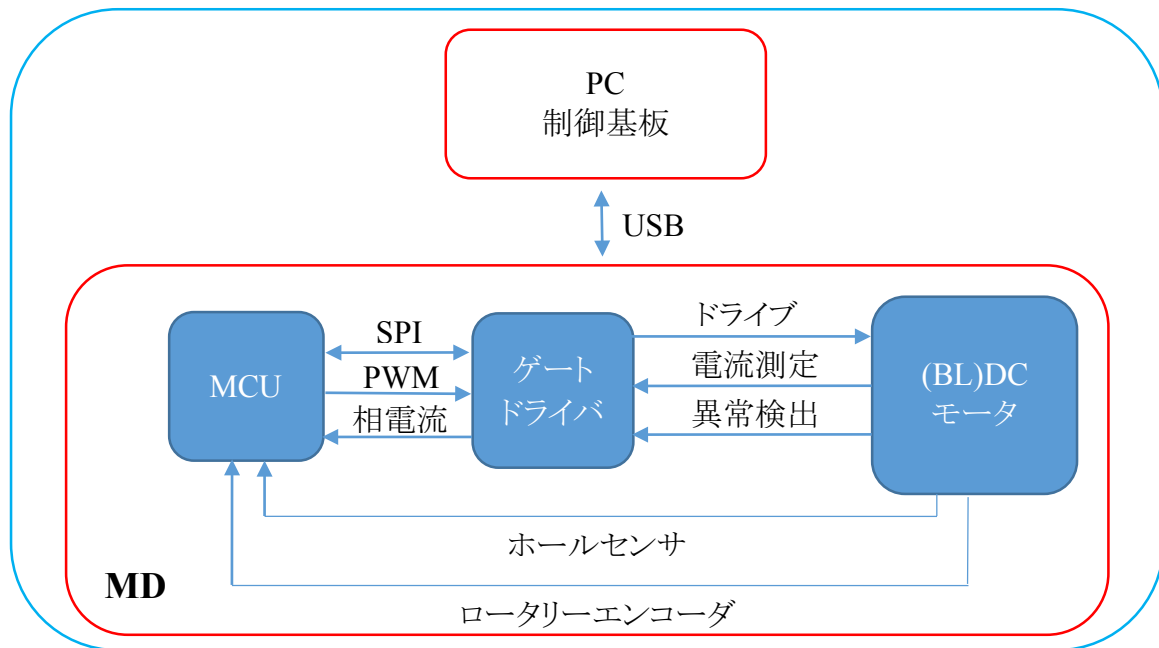


図 2. システムのブロック図

## ■ MCU

MD の MCU として NXP Semiconductor 社の製品である LPC1549 を選択した。

このマイコンにはスイッチマトリクスという機能が備わっておりこれは、マイコンに搭載された周辺機能を自由な I/O ピンへと割り当てられる機能である。この機能を活用することで回路設計における自由度を格段にあげることができ配線の効率化を図ることができる。

また、USB 通信を使用した DFU(Device Firmware Update)機能が備わっており、この機能を用いるとマイコンへの書き込み時に特殊なソフトや機器を使わずとも、OS 標準のファイルエクスプローラを用いての書き込みができる。これにより基板の複製に費やす時間を最小限に抑えることができる。この USB 機能を利用して PC に仮想 COM ポートとして認識させることでシェル機能を持たせることも可能である。(シェル機能については後述する)

これらの理由から LPC1549 を採用した。

## ■ FETドライブ IC

FETドライブ IC には Texas Instruments 社の製品である DRV8305 を採用した。この IC は FET をドライブするだけではなく他にも様々な機能を持っている。

まず、電流検出用の電流センサが内部に備わっている。これを用いることで、少ない部品点数でモータの電流制御が行えるとともに、過電流を検出した際に自動で出力を停止し回路を保護することができる。

また、この IC にはプログラム可能なレジスタがあり、SPI 通信を通じて読み書きすることができる。このレジスタの内容を書き換えることで電流制限に関する設定やドライブ電流の設定などを書き換えることができる。また一部のレジスタを参照することで、何を要因として保護機能が働いてしまったのかを確認することができる。

このような機能を評価して FETドライブ IC に DRV8305 を採用した。

## ■ シェル機能

### ◆ 実装の目的

MD はロボットの中でも故障頻度の高い部品である。そこで重要となってくるのが、故障した際にいかに早く故障した箇所を発見し交換できるかといったことである。また、テキストベースの対話型プロトコルを実装することで、利用者が理解しやすいようにする。そうすることで開発時を含めた運用コストが削減できると考えられる。

### ◆ 実装方法

シェルは、ユーザの入力したテキストを解析するデコーダ部とディレクトリとして振る舞うデータ構造から構成されている。ディレクトリ部は以下のような木構造を採用している。

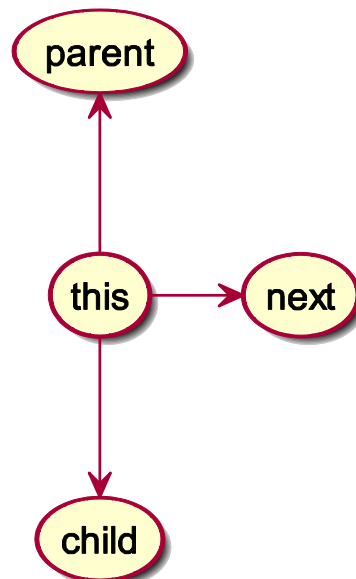


図 3. ディレクトリの構造

### ◆ 利用例

利用例として、エンコーダの動作確認用のコマンド、PID ゲインの変更コマンド、エラーダンプの表示を提示する。

エンコーダの動作確認時には、何かしらのキーが入力されるまで動作を続ける `repeat` 命令と `get` 命令を組み合わせることで、MCU に入力されているエンコーダの状態を取得する。

```
repeat get /dev/port/encoder
```

また、PID ゲインの調整は `set` 命令を使用する

```
cd /app/motor  
  
set p <任意の数字> ←P ゲインの設定  
set i <任意の数字> ←I ゲインの設定  
set d <任意の数字> ←D ゲインの設定
```

動作確認は以下のように行うことができる。このコマンドは、任意の回転数で回るように指示した際に、実際にはどれほどの回転数で回っているのかを確認するものである。

```
spin <回転数>  
repeat get stmp /mid/motor/rpm
```

エラーダンプには以下のコマンドを使用する。

```
info error 0
```

### ■ 駆動方式

## ■ 実装図

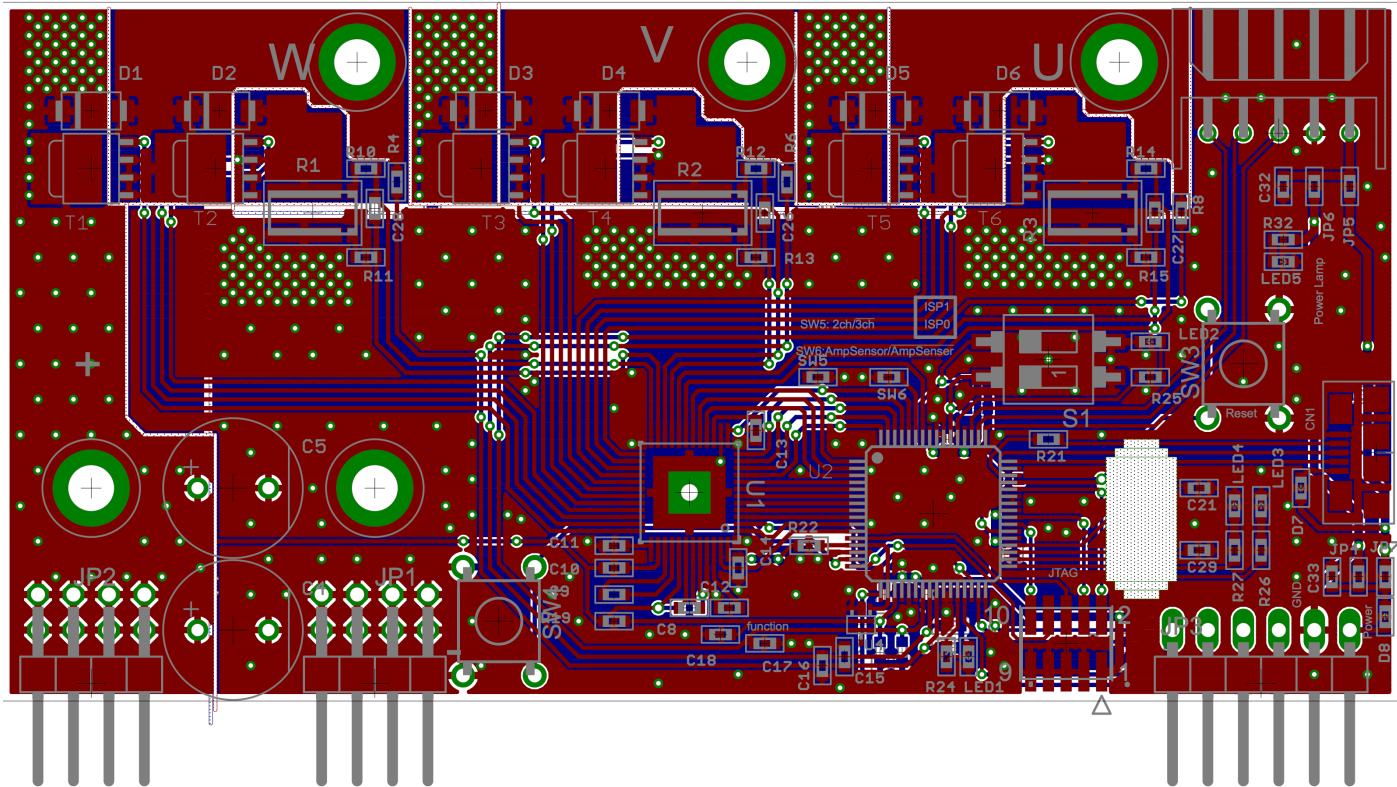


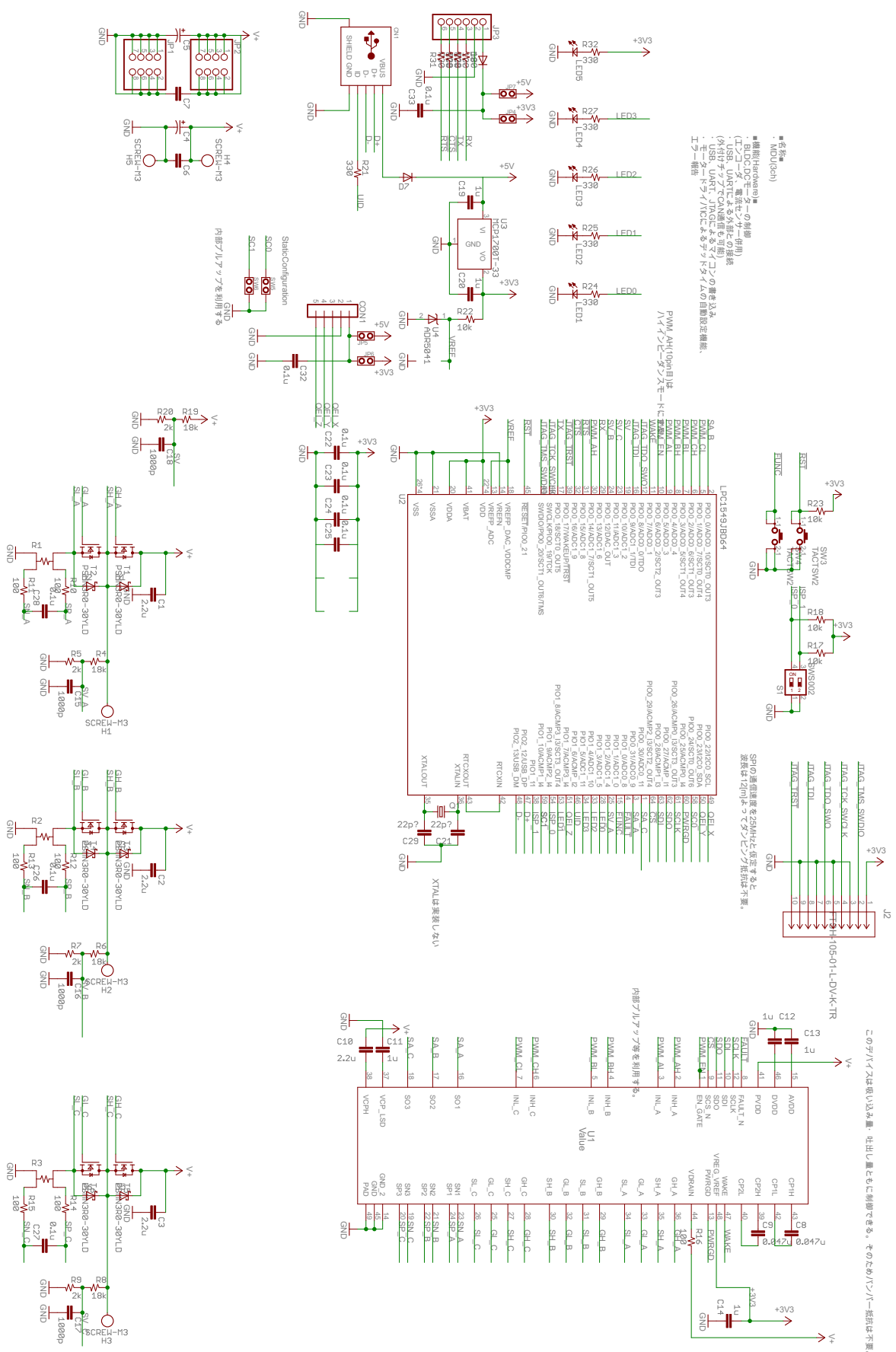
図 4. 実装図

- 名称
  - ・ MODU (3rd)
- 機能 (Hardware)
  - ・ B.LDC DCコンバータの制御 (使用)
  - ・ USB UARTによる外部との接続 (外付けチップでCAN通信も可能) コアとの通信は、
  - ・ USB, UART, JTAGによるシステム間の相互通信。
  - ・ 5V電源からVDDに必要の電圧を生成する機能。
  - ・ エラー検出機能。

SPIの通信速度を25MHzに設定すると、  
波長は127nmより短くなるため、  
波長は127nmより短くなるため、  
波長は127nmより短くなるため、

このチップは、  
このチップは、  
このチップは、  
このチップは、

図 5. 回路図



■ 回路図

■ 部品表

分類	値	外形	数量	部品番号