DCC　コントローラーの製作

中田　宏

趣旨

鉄道模型の世界で制御方式の主流は、今でも 2 本のレールに 0～±12V の電圧(N ゲージの場合)をかけて、電圧の大小でスピードコントロールをしています。

その一方で、デジタルコントロールの規格も存在します。それが、DCC(Digital Command Control)方式です。アメリカの鉄道模型のユーザ団体 NMRA が策定したものです。コントローラーと車両の間の伝送路は 2 本のレールしかありませんから、電力線伝送をおこないます。この DCC 方式を採用すると、一つの電源から複数の車両などを別個に操作することができます。今までのアナログ方式ですと、速度の違う列車を走らせるためには、走行区間を分けて別々の電源を用意する必要がありました。他にもデジタル方式のメリットは、多いです。

図 1　今回作成した DCC システム

図 2 前照灯点灯

DCC の扱う信号

今回は、N ゲージの鉄道模型を主な対象にします。

N ゲージの DCC は、+12V と-12V の電圧を交互にかけ、パルス幅の変調で信号を送ります。パルス幅が 58μsec の場合は信号 1 を、100μsec 以上の場合は、信号 0 を意味します。

デコードはプラスのパルス、マイナスのパルスどちらを検出してもかまいません。

デコーダーが片方のパルスだけを検出し、N ゲージの車両が逆向きに置かれる可能性を考えると、同じ長さのプラスパルスとマイナスパルスを 1 組にして送信することが基本です。

さらに、1 と 0 の組み合わせで、さまざまなパターンの信号を伝送できますが、詳細は誌面の都合上、割愛します。NMRA がネットで配布している文献をご覧になってください。

基本設計

コントローラーから±12V、最大 2A の電力を供給できることが、必要です。鉄道模型のメーカーに聞いたところ、N ゲージのモーター車両が消費する電力が最大 200mA だということで、モーター車両 10 台分の電力を供給できるように設計しました。

単純に考えると、12V2A の電力を扱えるフルブリッジドライバ LSI を入手して、マイコンからコントロールすれば良さそうです。ところが、主要なフルブリッジは、出力を+から-へ切り替えるのに 100μsec 以上の休止(出力 0V)期間を必要とします。これでは、DCC の規格を満たすことができません。探し回って見つけたのが、今回使用したフルブリッジ LSI L6203 です。

回路図

回路図を図 3 に載せます。

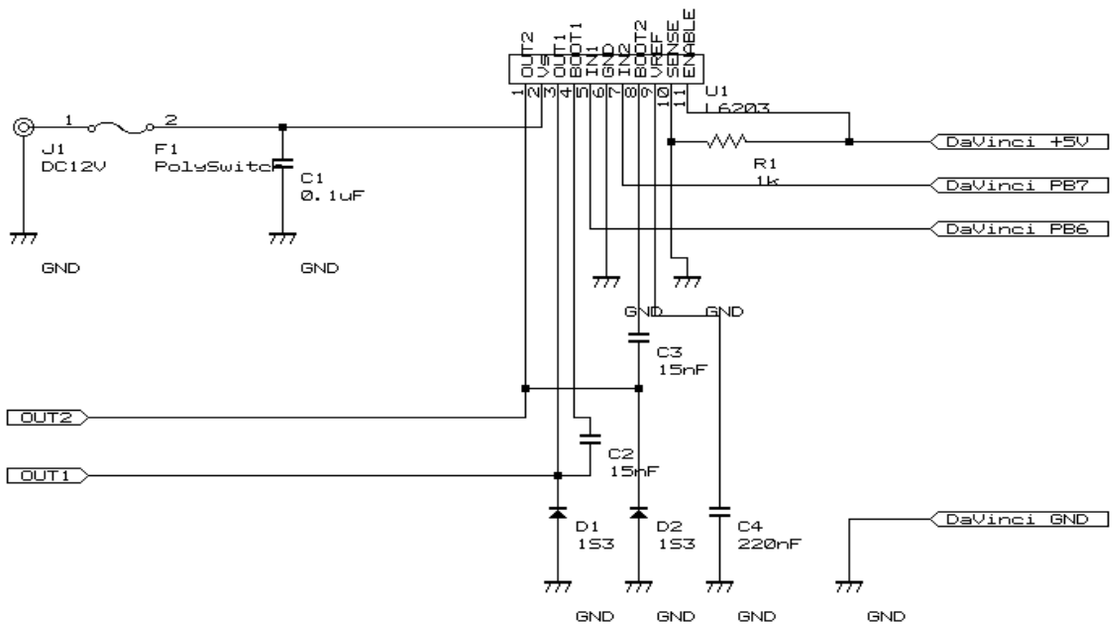

図 3　回路図

ほぼ、L6203 のデータシートにある推奨回路通りに作りました。

図 4　実装

制御用のマイコンモジュールは、前回の FM ラジオと同様にストロベリー・リナックス社の DaVinci32U を使用しました。マイコンモジュールと L6203 の間は、電源の+5V,GND と GPIO2 本がつながっています。DCC 駆動用の電源 GND と DaVinci の GND がつながっていることに注意してください。DaVinci の GND は、USB 経由で制御用の PC の GND につながっています。DCC 駆動用の電源は、絶縁されたスイッチング電源等を用意してください。マイコンと制御部の電源は、DaVinci の USB コネクタから供給されます。

プロトコル

DCC は、一度に 3～5 バイトの信号を線路に送ります。信号の先頭にはプリアンプルがつき、各バイトには、スタートビットに相当する信号がつきます。鉄道模型はレール上を走行していますから、信号を送ったタイミングで線路の継ぎ目を走行し、データを受信しそこなう可能性も考えられます。そこで、コマンドは、繰り返し送信します。

この 3～5 バイトの信号を、USB 経由で DCC のコントローラーに設定します。

コントローラー側では、USB 経由で送り込まれたコマンドデータを配列に保存し、無限ループで定期的に出力しています。

速度が変更になった場合は、同じアドレス（車両の ID）に対して同じ速度設定のコマンドを

別パラメータで設定することになり、コントローラーのコマンド配列は上書きされます。上書き以外に、以前設定したコマンドを 1 個あるいは全部削除することも、USB 経由で行えます。

PC 側プログラム

今回は、最初に Windows 向けアプリケーションを作って、他の OS にはまだ移植していません。

画面のキャプチャーを図 5 に載せます。左側のスライドは、速度制御に使用します。アナログコントローラーでは、つまみをまわした分だけ出力電圧が変化して、スピードが変わります。今回のアプリケーションでは、本物の鉄道制御を真似してみました。

図 5　アプリ画面

スライドがワンハンドルマスコン（運転台の操作レバー）に相当します。上げると 4 段階の加速で、下げると減速になります。本物の鉄道は、出力の電力を固定しても、慣性があるためになかなか最高速度に達しません。同様にこのアプリケーションも、スライドを操作してから徐々に加速してゆく様子を再現し、最高速度に近づいた時には、加速の割合がゆるくなるようにしています。緩やかな加速の制御は、DCC の速度設定のパラメータを制御しています。

実は、DCC ではコントローラー側が本物の鉄道の慣性をシミュレーションしなくても、模型側に組み込んだデコーダーで、慣性のシミュレーションをさせられる仕様になっています。今回は、デコーダー側のプログラミング（設定）作業が面倒に思えたので、コントローラー側でシミュレーションしました。

今後の展開

事情を明かすと、この DCC システムは商品化を目標に試作したものです。商品化の際には、アプリケーションを Mac と Linux に移植して、スマートフォンからも PC 経由でコントロールできるようにして…などといろいろ作成するつもりでした。しかし、商品化の企画が流れてしまったので、とりあえず動作を確認した段階で開発が止まっています。

応用

DCC の規格は、鉄道模型だけに限定するのがもったいないと思います。例えば、今はラジコンが主流になってしまった戦車の模型を、有線コントロールにしたらどうでしょう。昔懐かしいリモコンのプラモデル戦車を 2 本の電線で制御できます。しかも、同時に 2 台以上のモーターをコントロールできるので、砲塔の回転や砲身の上下動も再現できます。

あるいは、小型の有線リモコンロボットを作成しても面白いでしょう。

自動車の電装品制御もできそうですが、自動車の場合、片方の電線はボディアースなので、フルブリッジではなく本当の±12V 電源が必要になりますね。

無線デバイスの氾濫している現代で、有線を使用するメリットはあるのか疑問に思う人もいるでしょう。私は、次のようなメリットをあげます。

- 無線では、同じ周波数を別の人が同時に使用することによる帯域低下の恐れがある。
- 電波の減衰による制御不能の心配がない。
- 強電界地区（電波塔内、モーターの近くなど）でもノイズに強い。
- 電力供給が同時にできる。

参考文献

- L6203 データシート
- NMRA の仕様書
  - RP-9.1.1
  - RP-9.2.2
  - RP-9.3.2 V2.06
  - RP-9.1.2
  - RP-9.2.1
  - RP-9.2.3
  - RP-9.3.1
  - S 9.1
  - S 9.2

筆者自己紹介

ソフトウェアの企画、設計、開発を本業とするものの、最近はマイコンを使用したシステムの開発も始めました。機会がありましたら、一緒に仕事しましょう。

連絡先　work@nakata-jp.org