

# ワンボードマイコンによるラジコン用サーボ/アンプの制御

山形大学工学部技術部

石谷 幹夫

## 1. はじめに

近年、HONDA の人型ロボット ASIMO(アシモ)や SONY のペットロボット AIBO(アイボ)など、ロボットが身近な存在になってきました。これらのロボットは、精巧に作られたメカニズムと、それを制御するコンピュータおよび巧妙なプログラムとが相まって素晴らしい動作が実現されていると思われます。

ロボットの動作の主役は関節動作で、より自然な動きを実現するためには、関節を正確にかつ滑らかに制御することが重要だと思います。

現在のロボットの関節角度調整はモータで行うのが殆どで、角度制御が比較的容易なサーボやステッピングモータ、サーボモータが多用されていると思われます。

ここでは、ラジコンカー(飛行機)の制御に使用されているサーボ(角度調整)およびアンプ(速度調整)の、ワンボードマイコンを使った制御方法の基礎的な事柄を紹介します。

## 2. サーボ/アンプの制御信号(PWM)

今回使用したサーボ/アンプは、以下に示す三和電子機器(株)社製の製品を使用しました。

- サーボ： SX-101Z
- アンプ： SX-051Z

多くのラジコン用サーボは、PWM (Pulse Width Modulation)方式で制御されています。PWMは、図1に示すような基本周期  $T_0$  でON時間が  $T_s$  からなるパルス信号で制御する方式です。ON時間  $T_s$  の時間幅によりサーボやア

ンプの状態が変化します。表1に SX-101Z と SX-051Z の PWM 信号を、オシロスコープで調べた結果を示します。

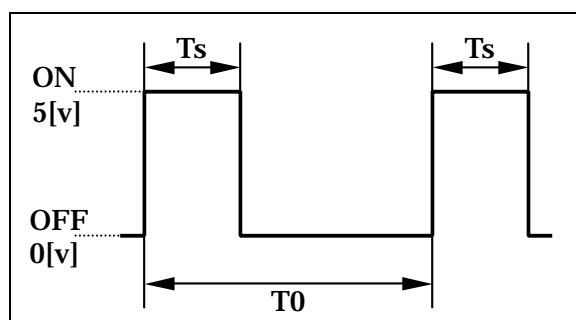


図 1 PWM 信号

表 1 サーボ・アンプの PWM 信号データ

機種	基本周期 $T_0$ [ms]	ON 時間 $T_s$ の範囲 [ms]		
		min	typ	max
SX-101Z	16.0	1.0	1.5	2.0
SX-051Z	16.0	1.0	1.4	2.0

なお、基本周期  $T_0$  はサーボの動作に影響しないようです。しかし、 $T_s$  時間だけトルクを発生するらしいので、 $T_0$  を長くし過ぎると保持力が下がると考えられます。

## 3. ワンボードマイコン

ワンボードマイコンには、日立製作所の 16 ビット CPU [H8/3664F]を採用した、秋月電子通商(株)の製品「AKI-H8/3664 QFP 版超小型マイコンモジュール開発セット」を使用しました。理由は、ボードサイズが  $40\text{mm} \times 27\text{mm}$  と超小型な上に RS-232C トランシーバを装備しているため、パソコンに接続するだけでプロ

グラムの書き込みが出来るからです。  
H8/3664F には次のような特徴があります。

- ワンチップで動作可能。
- 32KB のフラッシュ ROM と 2KB の RAM
- 3 種類の汎用タイマ
- シリアルインターフェース 1ch
- 汎用入出力ポート 29 本
- 10 ビット AD 変換器 8ch
- I<sup>2</sup>C バスインターフェース

H8/3664F のプログラムは、日立開発環境システムが提供する「Tiny/スーパーローパワー用無償版コンパイラ:HEW2」を使用しました。このコンパイラは、VC++に似た Windows 上の C/C++開発環境で、プロジェクト構築と同時にプログラムのスケルトンを作ってくれるので非常に便利です。以下のホームページからダウンロードできます。

➤ [https://mc.semicon.hitachi.co.jp/compiler\\_h8ts/](https://mc.semicon.hitachi.co.jp/compiler_h8ts/)

HEW2 はコンパイル・リンクが成功すると、S-Format と呼ばれる形式のファイル (xxxx.mot) を作成します。このファイルを、マイコンモジュール開発セットに付属してくるターミナルソフト hterm.exe と書き込み制御プログラム 3664.mot を使い、パソコンの COM ポートを介してフラッシュ ROM に書き込むことで H8/3664F を動作させることが出来ます。

#### 4. H8/3664F による PWM 信号の発生

H8/3664F には PWM 動作モードを持つ「タイマ W」が備わっていて、4 本のジェネラルレジスタ (GRA, GRB, GRC, GRD) があります。

PWM モードでは GRA を周期 T<sub>0</sub> 調整用レジスタ、GRB、GRC、GRD を T<sub>s</sub> 調整用レジスタとして利用でき、FTIOB、FTIOC、FTIOD

出力端子より PWM 信号をそれぞれ出力できます。ここではサーボ用に FTIOB、アンプ用に FTIOC の PWM 信号を使用しました。

リスト 1 にタイマ W の設定例を示します。

#### リスト 1 . タイマ W の初期設定例

```
#include "iodefine.h"

void HardwareSetup()
{
    TW.TMRW.BIT.PWMB = 1;    /* PWM mode B */
    TW.TMRW.BIT.PWMC = 1;    /* PWM mode C */
    TW.TCRW.BIT.CCLR = 1;    /*TCNT クリア*/
    TW.TCRW.BIT.CKS  = 3;    /*分周率 1/8 */

    TW.TCRW.BIT.TOB  = 1;
    TW.TCRW.BIT.TOC  = 1;

    TW.GRA = 32000;          /* 16.0msec */
    TW.GRB = 3000;          /* 1.5msec */
    TW.GRC = 2800;          /* 1.4msec */
    TW.TMRW.BIT.CTS = 1;    /* TCNT スタート */
}
```

紙面の関係でリストは載せませんが、サーボやアンプの制御はプログラムの main() 関数内で GRB、GRC レジスタの値を逐次変更することで行っています。

#### 5. さいごに

PWM 制御の概要と H8/3664F ワンボードマイコンを使ったラジコンサーボ/アンプの制御方法を簡単に紹介しました。皆様の参考になれば幸いです。

#### 【参考文献】

トランジスタ技術、2002 年 8 月号、CQ 出版社。  
H8/3664 シリーズ ハードウェアマニュアル。  
H8/300H シリーズ プログラミングマニュアル。  
H8S, H8/300 シリーズ C/C++コンパイラ、アセンブラ、最適化リンケージエディタ ユーザーズマニュアル。  
H8S, H8/300 シリーズ C/C++コンパイラ アプリケーションノート。