

赤外線リモコン信号の解析と発生方法の紹介

山形大学工学部技術部
共通講座 石谷幹夫

1. はじめに

テレビやビデオなどに代表される AV 機器を始め、エアコン、蛍光灯等の制御に赤外線リモコンが多用されている。

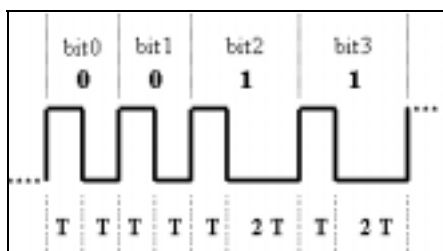
ここでは、SONY のデジタルビデオカメラ「TRV900」の赤外線リモコン信号を解析し、H8 マイコンを用いたコンピュータ制御により赤外線リモコン信号を発生させる 1 手法を紹介する。

2. 赤外線リモコン信号

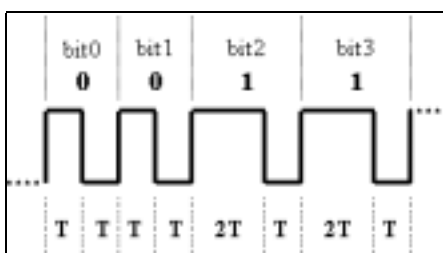
2.1 パルス位置変調方式 (PPM)

日本製機器における赤外線リモコンの制御信号の殆どがパルス位置変調 (Pulse Position Modulation : PPM) 方式を採用している。

PPM 方式は、図 1 のようにパルス間隔の違



(A) 信号の OFF 時間長でビット 1 を表現



(B) 信号の ON 時間長でビット 1 を表現

図 1 PPM 信号波形と符号化の例

いで 2 進数のビット“0”と“1”を表現する方式で、“0 / 1”の符号化には以下の 2 種類がある。

(A) 信号の OFF 時間長で表現する方式

(日本電気を始め、一般のメーカーが広く採用)

(B) 信号の ON 時間長で表現する方式

(SONY が採用)

ここで、単位パルス時間長 T は一定だが、符号化に関する時間長は必ずしも $2T$ ではなく、各メーカーにより様々なので注意が必要である。

2.2 赤外線発光

赤外線リモコンは、PPM 信号が‘ON’の時に発光するが、自然光からの影響を排除するために、連続光ではなく 38 - 40KHz 程度で変調された点滅光になっている。(図 2)

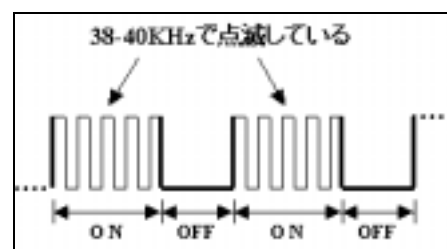


図 2 発光される赤外線信号

3. 赤外線リモコン信号の解析

安価で簡単に PPM 信号を解析するため、パソコンの音源デバイスを利用して、波形データとしてパソコンへ取り込んだ。

3.1 赤外線信号のパソコンへの取込み

赤外線リモコン信号の受信には「赤外線リモコン受信モジュール:CRVP1738」を使用した。規格では、38KHz で変調された赤外線

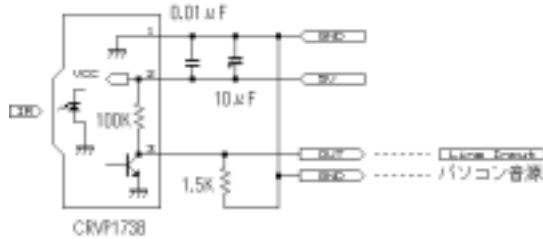


図3 赤外線リモコン受信モジュール回路

ON/OFF 信号を、TTL レベルのロジック信号に変換してくれるモジュールであるが、40KHz 変調の信号でも受信できるようである。CRVP1738 の出力は TTL レベルなので、そのままパソコンの音源デバイスに接続すると、それを破壊する可能性がある。

そこで、図3のように、CRVP1738 の OUT と GND の間に、手元にあった 1.5K の抵抗を付加して約 1/100 に分圧し、音源入力端子に接続した。

音源信号の取り込みは、MS-Windows に付属するサウンドレコーダを使い、以下の手順で行った。

1. ボリューム・コントロールの入力レベルを適当に設定。
2. サンプリング条件 [44.100KHz, 16 ビット・モノラル] でサンプリング。
3. 波形データを切り出し、WAV 形式でファイルに保存。



(a) 「Start/Stop」ボタン押下時の信号波形



(b) 信号の1つを拡大

図4 赤外線リモコン [RMT-811] の信号

3.2 リモコン信号の解析

図4は、TRV900 に付属する赤外線リモコン [RMT-811] の信号波形である。(a)は「Start/Stop」ボタンを押したときの信号波形で、約 25ms 間隔で5回繰り返されているのが分る。波形が鈍っているのは、パソコンの音源デバイスがコンデンサでカップリングされた AC 結合のためと思われる。繰り返し信号の1つを拡大表示したのが図4(b)である。LO レベルの時が ON (発光) で、HI レベルおよび 0 レベルの時が OFF (消灯) を表している。(論理が反転している) なお、信号波形の分析に使用しているアプリケーション「VTOOL」は、筆者が音声信号分析のために独自に開発したものである。

SONY が採用する PPM 信号の符号化は、ON 継続時間で 0 / 1 を識別する方式である。先頭の比較的長い ON (リーダ) の次からが符号化されたデータと考えられ、ON の継続時間が長い方を '1'、短い方を '0' とすれば、図4(b)の波形からは、次のようにデータを読み取ることができる。

1, 0, 0, 1, 1, 0, 0, 1, 0, 0, 1, 1, 1, 0, 1.

ON/OFF 継続時間の計測結果を以下に示す。

- OFF 時間 : 約 0.462ms
- ON 時間 (長) : 約 1.36ms
- ON 時間 (短) : 約 0.69ms
- リーダ時間 : 約 2.58ms

赤外線リモコンの PPM による符号化は、ある単位時間の整数倍の継続時間で識別するようである。試行錯誤の結果 OFF 時間の約半分 (0.23ms) を単位時間 [T] と考えれば、

- OFF : 約 2.01 倍 ---> 2T (0.46ms)
- ON (長) : 約 5.91 倍 ---> 6T (1.38ms)
- ON (短) : 約 3.00 倍 ---> 3T (0.69ms)
- リーダ : 約 11.2 倍 ---> 11T (2.53ms)

となり上手く行きそうである。

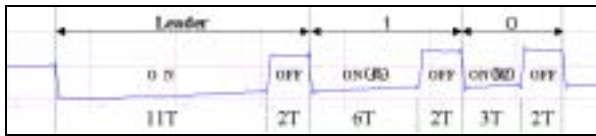


図5 PPM 信号の解析結果(先頭部分)

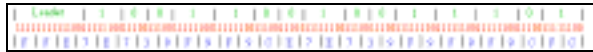


図6 単位時間[T]を1ビットとしたときの PPM リモコン信号の表現

実際にこのタイミングで赤外線信号を発生させたところ正常に動作した。図4 (b)の信号の先頭部分を図5に示す。図6は、単位時間[T]を1ビットとして、ONを‘1’OFFを‘0’としたときに、PPM リモコン信号全体のビット並びを表現し、更に4ビット単位で区切り16進表現したものである。

表1に SONY Handycam DCR-TRV900: Remote Commander [RMT-811] の主要ボタンの解析結果を示す。

表1 RMT-811 の主要ボタンの解析結果

ボタン	コード	ビット列の16進表記
Start/Stop	L100110010011101	FF E7 E7 39 F9 F9 CE 7E 73 9F 9F 9F 9C FC
再生	L010110011100	FF E7 3F 39 F9 F9 CE 7E 7E 7E 73 80
停止	L000110011100	FF E7 39 CF CF CE 73 F3 F3 F3 9C 00
早送り	L001110011100	FF E7 39 F9 F9 F9 CE 7E 7E 7E 73 80
巻戻し	L110110011100	FF E7 E7 E7 3F 3F 39 CF CF CF CE 70

Carrier: 40KHz
Sampling time: 0.23ms / bits
Space between data: 25ms

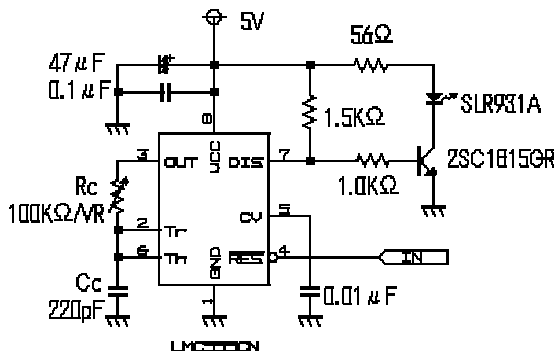


図7 赤外線リモコン信号送信モジュール

4 . H8 マイコンを使った赤外線リモコン制御

4 . 1 赤外線リモコン信号送信モジュール

赤外線リモコンが発光する赤外線光は、38KHz - 40KHz の点滅光に変調する必要がある。変調は H8 マイコンのプログラミングによっても可能だが、制御プログラムを出来るだけ簡単にするため、図7に示すタイマ IC [LMC555CN]を使用した外部回路で行った。データシートによれば3番、2番、6番端子を図7のように接続すれば、デューティー比50%で無安定発振する。なお、発振周波数は次式で求められる。

$$f = 1 / (1.4 * Rc * Cc) \text{ [Hz]}$$

40KHzで発振させるには、Cc=220pF のとき、Rc 81.2K だが、ここでは手元にあった100K のサーメットリマで周波数を微調整することにした。赤外線発光ダイオードには波長が945nmの[SLR931A]を使用し、その駆動には汎用トランジスタ2SC1815を使った。56の抵抗と相まって、発光時には約60mA流れる。LMC555CNの放電端子(7)は出力端子(3)と同位相で、FETによるオープンソース出力になっているが、デューティー比50%の結線時には使わないため1.5Kと1.0Kの抵抗を介して2SC1815をドライブする回路構成にした。また、発振のON/OFFはLMC555CNのリセット入力で行うことにした。入力(RES端子)が‘5V’で発振‘0V’で発振停止しする。

4 . 2 赤外線リモコン信号の送信

Handycam TRV-900 に付属する赤外線リモコン [RemoteCommander: RMT-811] の「Start/Stop」ボタン信号を、H8 マイコンを使って送信する方法を紹介する。H8 マイコンモジュールには、秋月電子通商が販売する「AKI-H8/3664 QFP 版超小型マイコンモジ

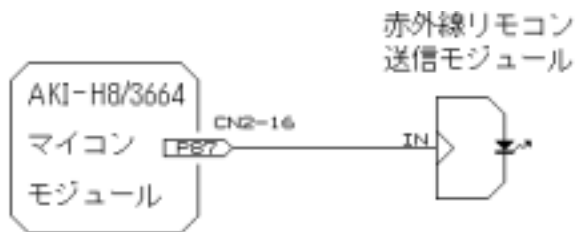


図 8 H8 マイコンモジュールと赤外線リモコン信号送信モジュールとの接続

ジュール開発セット」を使用した。

前節で作成した赤外線リモコン信号送信モジュールと、AKI-H8/3664 マイコンモジュールとの結線を図 8 に示す。H8 マイコンの I/O ポート 8 は大電流ポートになっており、最大 20mA までのデバイスを駆動できる。

リスト 1 に、H8/3664 用に日立開発環境システムが提供している Tiny/スーパーローパワー用無償版コンパイラ「HEW2」による、赤外線リモコン信号発生プログラムの抜粋を示す。リモコン信号の単位時間 [0.23ms] 毎にタイマ V を使って割り込みを発生させ、ビットデータに従って H8 の I/O ポート P87 を ON/OFF している。

リモコン信号は、ボタンを 1 回押すごとにコマンドを約 25ms 間隔で 5 回出力するが、この間隔はプログラムループにより作成している。

5. さいごに

多くの家電製品に採用されている赤外線リモコン信号の変調方式の紹介や分析手法、H8 マイコンを使った送信などの紹介を行った。

皆様の参考になれば幸いです。

【謝辞】

本報告にあたり、予算や時間面で援助して頂いた、大友教授、大槻助教授に感謝いたします。

参考文献

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。

リスト 1 HEW 2 によるプログラムの抜粋

```

/* hwsetup.c */
/* タイマ V の初期設定関数定義 */
void TvSetup(void)
{
    TV.TCRV1.BIT.ICKS = 1;
    TV.TCRV0.BIT.CKS = 2; /* Clock = 2us */
    TV.TCRV0.BIT.CCLR = 1;
    TV.TCORA = 115; /* 230us(0.23ms) 周期 */
    TV.TCSR.V.BIT.OS = 3;
    TV.TCSR.V.BIT.CMFA = 0;
    TV.TCRV0.BIT.CMIEA = 1;
    TV.TCNTV = 0;
}
/*-----*/
/* intprg.c */
/* 割り込みベクタと処理ルーチンの定義 */
// vector 22 Timer V
void tvint(void);__interrupt(vect=22) void
INT_TimerV(void)
{
    tvint();
}
/*-----*/
/* main.c */
/* ビット列の出力用外部変数(割り込み制御用)*/
volatile unsigned char msk = 0;
volatile unsigned char bit = 0;
/*-----*/
/* タイマ V, 割り込み処理ルーチン */
void tvint(void)
{
    TV.TCSR.V.BIT.CMFA = 0;
    if( msk ){
        IO.PDR8.BIT.B7 = (bit & msk) != 0;
        msk >>= 1;
    }
}
/*-----*/
/* コマンドを 5 回出力する */
void cmdOut( unsigned char *pcmd )
{
    unsigned char *pp;
    unsigned short n, m;
    for( n=5; n > 0; --n ){
        for( pp=pcmd; *pp != 0; ++pp ){
            bit= *pp;
            msk= 0x80;
            while( msk != 0 ); /*8bit 出力まで待機*/
        }
        /* wait time: 25ms */
        for( m=65000; m > 0; --m ){ ; }
    }
}
/*-----*/
/* [Start/Stop]ボタンのコマンド・ビット列の 16 進データ */
const unsigned char cmdSS[] = {
    0xFF, 0xE7, 0xE7, 0x39, 0xF9, 0xF9, 0xCE, 0x7E,
    0x73, 0x9F, 0x9F, 0x9F, 0x9C, 0xFC, 0x00, 0x00 };
/*-----*/
void main(void)
{ /* P87 を出力ポートに設定 */
    IO.PCR8 |= 0x80;
    cmdOut( cmdSS );
}

```