

序説

殆どの音響と映像のシステムは赤外リモコンと共に出荷されます。この応用記述は度々使用される Philips/SonyのRC5符号化案用の受信器を記述します。

特徴

- 安価
- 1つの外部部品だけの簡素な設計
- 1つの制御器ピンだけが必要、どのAVR®デバイスも使用可能
- 量効率的なコード
- Atmel® tinyAVR®とmegaAVR®でのAtmel AVR415 RC5赤外リモコン送信器と相補

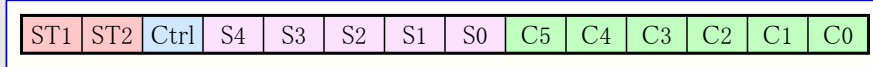
目次

序説	1
特徴	1
1. RC5符号化の仕組み	3
2. タイミング	3
3. ソフトウェア	4
4. 例プログラム	5
5. 改訂履歴	8

1. RC5符号化の仕組み

RC5符号は下図でみられるような14ビット語の両位相符号化信号です。先頭2ビットは開始ビットで常に”1”の値を持ちます。次のビットはリモコン送信機で釦が押される度毎に交互反転される制御(Ctrl)ビットです。これは釦が押されて保持されているか、または押されて継続的に開放されているかのどちらかを定める容易な方法を与えます。

図1-1. RC5フレーム形式



5つのシステムビットがシステムアドレスを保持し、故に正しいシステムでだけ符号に対して応答します。通常、TVセットはシステムアドレス0、VTRはアドレス5を持ち、以下同様です。命令列は6ビット長で、アドレス当たり64の異なる命令を許します。

命令\$35がシステム5に送られる例と共に、ビットは下図で示されるように(マンチェスタ符号としても知られる)両位相符号化で送信されます。

図1-2. 両位相符号化

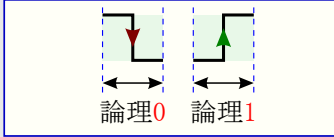
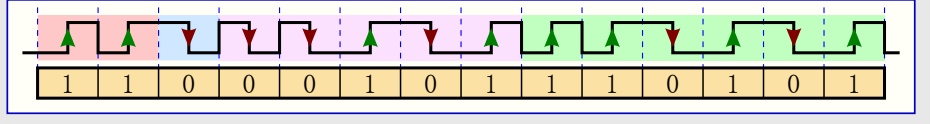
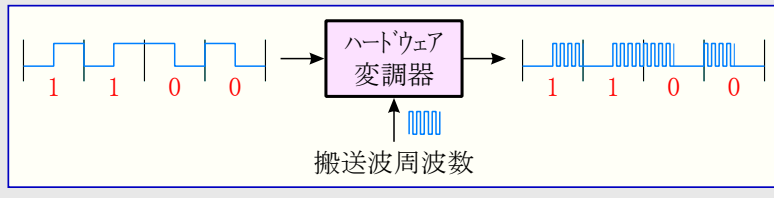


図1-3. 送信の例



上図がAtmel ATtiny28ハードウェア変調器に入る信号を示していることに注意してください。赤外LEDによって放射される実際の信号は下図で示されるように或る搬送波周波数で変調されます。

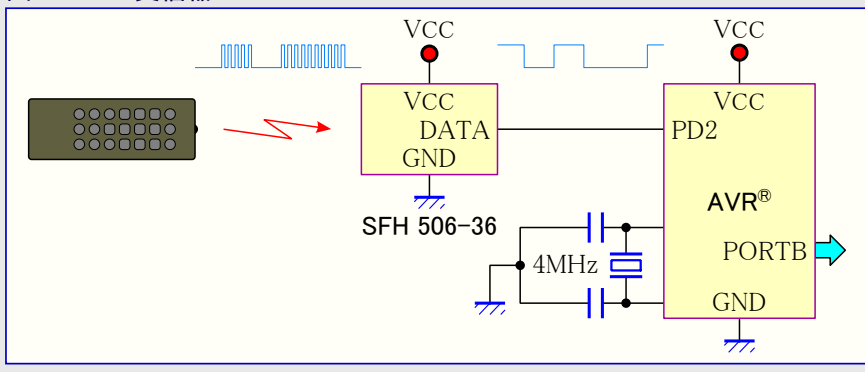
図1-4. 変調前後の信号



2. タイミング

ビット長は概ね1.8msです。符号は114ms毎に繰り返されます。雑音除去を改善するため、パルスは36kHzで変調されます。これらのパルスを受信する最も簡単な方法はSiemensのSFH 506-36のような集積赤外受信/復調器を使用することです。これは赤外線出力を受信して出力ピンで復調したビット列の出力を与える3ピンのデバイスです。送信されたデータと比べてデータが反転されることに注意してください(換言すると、データはアイドルでHighです)。復調装置の出力はAVRデバイスのPD2に接続されます。この場合で復号された指令はポートBに出力されますが、この選んだポートは容易に再設定可能です。

図2-1. RC5受信器



3. ソフトウェア

AVR410.ASMで得られるアセンブリ言語コードはRC5復号ルーチンを含みます。加えて、資源を初期化し、RC5データを復号して受信した命令をポートBに出力するプログラム例を含みます。

検出サブルーチン

検出サブルーチンが呼び出されると、それは最初にデータ線が3.5msより長くアイドルHighになるのを待ちます。その後、開始ビットを検知することができます。最初の開始ビットのLow部分の長さが測定されます。131ms以内に開始ビットが検出されない場合、またはLowパルスが1.1msよりも長い場合、ルーチンは受信した命令なしを示して戻ります。

開始ビットの測定はref1とref2の2つの基準時間を計算するのに使用され、そしてこれはデータ線採取時に使用されます。プログラムはタイミング同期のために毎ビットの間でのエッジを用います。このエッジの3/4ビット長後に線が採取されます。これは次ビットの前半の中央です(右図をご覧ください)。そして、計時器が再び同期され、後続ビットに対してこの段階が繰り返されます。直前の同期端から5/4ビット時間内に同期端が検出されない場合、これは欠落として検知され、ルーチンが終了します。全てのビットが受信されると、命令とシステムアドレスが"command"と"system"のレジスタに格納されます。制御ビットは"command"のビット6に格納されます。

図3-1. データの同期と採取

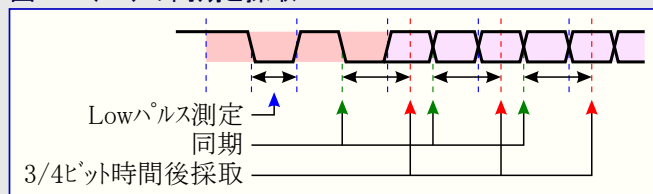


表3-1. "detect"サブルーチン性能表

項目	値
コード量(語)	72
実行周期数	N/A
使用レジスタ	下位レジスタ=3, 上位レジスタ=6, 全体レジスタ変数=6 ポインタ=0

表3-2. "detect"使用レジスタ

レジスタ	内部	出力
R1	inttemp:TIM0_OVFで使用(前置分周器)	-
R2	ref1:タイミング情報保持	-
R3	ref2:タイミング情報保持	-
R16	temp:一時レジスタ	-
R17	timerL:タイミングレジスタ(64μs単位)	-
R18	timerH:タイミングレジスタ(16.384ms単位)	-
R19	-	system:システムアドレス
R20	-	command:受信した命令
R21	bitcnt:受信ビット計数	-

タイマ/カウンタ0溢れ割り込み処理部

計時器割り込みの機能は必要とするタイミングに関してクロック基準を生成することです。このルーチンは64μs毎に"timerL"レジスタを、16.384ms毎に"timerH"レジスタを増加します。

表3-3. "TIM0_OVF"割り込み処理部性能表

項目	値
コード量(語)	7
実行周期数	6+RETI
使用レジスタ	下位レジスタ=2, 上位レジスタ=2, 全体レジスタ変数=0 ポインタ=0

表3-4. "TIM0_OVF"使用レジスタ

レジスタ	内部	出力
R0	S:SREGの一時記憶	-
R1	inttemp:TIM0_OVFで使用(前置分周器)	-
R17	timerL:タイミングレジスタ(64μs単位)	-
R18	timerH:タイミングレジスタ(16.384ms単位)	-

例プログラム

例のプログラムはポートを初期化し、計時器を構成設定して割り込みを許可します。そして、プログラムは検出ルーチンを呼び出す永遠の繰り返しに入ります。システムアドレスが正しければ、命令がポートBに出力されます。

表3-5. 全体性能表

項目	値
コード量(語)	79 ("detect"と"TIM0_OVF"), 96 (完全な応用記述)
使用レジスタ	下位レジスタ=4, 上位レジスタ=6, ポインタ=0
使用割り込み	タイマ/カウンタ0溢れ
使用周辺機能	タイマ/カウンタ0, ポートDのPD2, ポートB(例プログラムのみ)

4. 例プログラム

```
*****
;* AVR 系統用応用記述
;*
;* 番号      : AVR410
;* ファイル名 : "rc5.asm"
;* 表題      : RC5赤外リモコン復号器
;* 日付      : 97.08.15
;* 版        : 1.0
;* 支援電話  : +47 72 88 43 88 (ATMELノルウェイ)
;* 支援FAX   : +47 72 88 43 99 (ATMELノルウェイ)
;* 対象MCU   : AT90S1200
;*
;* 説明
;* この応用記述は度々使用されるRC5赤外リモコン制御規約の復号方法を記述します。
;*
;* タイミングは4MHzクリスタル用に適合されています。
;*
*****
    .include "1200def.inc"
    .device AT90S1200

    .EQU    INPUT    =2          ;PD2
    .EQU    SYS_ADDR =0          ;自身のシステムアドレス
    .DEF    S        =R0        ;割り込み時SREG保存
    .DEF    inttemp  =R1        ;16384(=64×256)前置分周器
    .DEF    ref1     =R2        ;64μs単位での3/4ビット長計数値
    .DEF    ref2     =R3        ;64μs単位での5/4ビット長計数値
    .DEF    temp     =R16       ;一時変数
    .DEF    timerL   =R17       ;64μs単位計時器
    .DEF    timerH   =R16       ;16.384ms単位計時器
    .DEF    system   =R19       ;受信したシステムアドレス
    .DEF    command  =R20       ;受信した命令
    .DEF    bitcnt   =R21       ;ビット計数器

    .CSEG

    .ORG    0

    RJMP    reset              ;リセットベクタ

*****
;* "TIM0_OVF" - タイマ/カウンタ0溢れ割り込み処理部
;*
;* 溢れ割り込みは64μsと16,384ms毎に"timerL"と"timerH"を増加します。
;*
;* 語数      : 7
;* クロック数 : 6+RETI
;* 使用下位レジスタ : 1
;* 使用上位レジスタ : 3
;* 使用ポインタ : 0
*****

    .ORG    OVF0addr          ;タイマ/カウンタ0溢れ割り込みベクタ

TIM0_OVF:
    IN     S, SREG            ;SREG一時保存
    INC    timerL             ;64μs単位計時器進行
    INC    inttemp            ;16.384ms前置計時器進行
    BRNE   TIM0_OVF_exit     ;16.384ms未経過で分岐
;
    INC    timerH             ;16.384ms経過で16.384ms単位計時器進行
TIM0_OVF_exit:
    OUT   SREG, S            ;SREG復帰
    RETI                      ;割り込みから復帰
```

```

*****
;* 例プログラム
;*
;* 計時器、ポート、割り込みを初期化します。
;*
;* 永遠の繰り返しに於いて"detect"を呼び出して出力結果をポートBに置きます。
;*
;* 語数          : 16
;* 使用下位レジスタ : 0
;* 使用上位レジスタ : 3
;* 使用ポインタ   : 0
*****

reset:
;      LDI      temp, low (RAMEND)      ;SRAM最終位置下位値取得
;      OUT      SPL, temp                ;スタックポインタ下位初期化
;      LDI      temp, high (RAMEND)     ;SRAM最終位置上位値取得
;      OUT      SPH, temp                ;スタックポインタ上位初期化
;                                          ;上記はAT90S1200にSRAMがないので注釈
;      LDI      temp, 1                  ;前置分周なし指定値取得
;      OUT      TCCR0, temp              ;前置分周なしでT/C0始動
;      LDI      temp, 1<<TOIE0          ;タイマ/カウンタ0溢れ割り込みビット値取得
;      OUT      TIMSK, temp              ;タイマ/カウンタ0溢れ割り込み許可
;      SER      temp                     ;全1値取得
;      OUT      DDRB, temp               ;ポートBを全て出力設定
;      SEI                               ;全体割り込み許可

main:  RCALL    detect                    ;RC5検出ルーチン呼び出し
;      CPI      system, SYS_ADDR         ;受信システムアドレス検査
;      BRNE    release                  ;自宛アドレス以外で分岐
;
;      ANDI    command, $3F             ;自宛アドレスで、命令ビットのみ抽出
;      OUT     PORTB, command           ;受信した命令をポートBへ出力
;      RJMP   main                      ;繰り返しへ
;
release:
;      CLR     command                  ;受信命令解除
;      OUT     PORTB, command           ;ポートB出力解除
;      RJMP   main                      ;繰り返しへ

*****
;* "detect" - RC5復号ルーチン
;*
;* このサブルーチンは"INPUT"ポートDピンに印加されるRC5ビット列を復号します。
;*
;* 成功なら、      "command"と"system"で命令とシステムアドレスが返されます。
;*                  "command"のビット6は交互ビットを保持します。
;*
;* 失敗なら、      "system"と"command"の両方が$FFです。
;*
;* クリスタルの周波数は4MHzです。
;*
;* 語数          : 72
;* 使用下位レジスタ : 3
;* 使用上位レジスタ : 6
;* 使用ポインタ   : 0
;*
;* [注意]
;* 赤外受光部からの入力負論理で、そのまま処理しています。このために規約での論理と逆論理になります。注釈は規約で
;* の論理で記載しています。従って、命令と注釈で論理が逆になることに注意してください。
*****

```

```

detect: CLR inttemp ;16.384ms用前置分周器初期化
        CLR timerH ;64μs単位計時器上位(16.384ms単位計時器)初期化
detect1: CLR timerL ;64μs単位計時器下位初期化
detect2: CPI timerH, 8 ;非アイドルで約131ms経過か検査
        BRLO dl1 ;約131ms未経過で次へ
;
; RJMP fault ;非アイドルで約131ms経過で失敗へ
;
dl1: CPI timerL, 55 ;アイドルで約3.5ms経過か検査
     BRGE start1 ;約3.5ms経過で開始ビット待機へ
;
; SBIS PIND, INPUT ;アイドル値(Low)入力でスキップ
     RJMP detect1 ;非アイドル値(High)で分岐
;
; RJMP detect2 ;アイドル値(Low)で分岐
;
start1: CPI timerH, 8 ;開始ビット未検出で約131ms経過か検査
        BRGE fault ;約131ms経過で失敗へ
;
; SBIC PIND, INPUT ;開始ビット後半High区間開始でスキップ
     RJMP start1 ;アイドルまたは開始ビット前半Low区間で再待機へ
;
start2: CLR timerL ;64μs単位計時器初期化
        CPI timerL, 17 ;約1.1ms経過検査(規定High区間=約0.9ms)
        BRGE fault ;約1.1ms経過で失敗へ
;
; SBIS PIND, INPUT ;開始ビット後半High区間終了でスキップ
     RJMP start2 ;開始ビット後半High区間中で継続へ
;
MOV temp, timerL ;High区間計時(1/2ビット時間)値取得
CLR timerL ;64μs単位計時器初期化
MOV ref1, temp ;High区間計時(1/2ビット時間)値複写
LSR ref1 ;1/4ビット時間値取得
MOV ref2, ref1 ;1/4ビット時間値複写
ADD ref1, temp ;3/4ビット時間値取得/保存
LSL temp ;1ビット時間値取得
ADD ref2, temp ;5/4ビット時間値取得/保存
start3: CP timerL, ref1 ;第2開始ビット前半Low区間で3/4ビット時間経過検査
        BRGE fault ;3/4ビット時間経過で失敗へ
;
; SBIC PIND, INPUT ;第2開始ビット後半High区間開始でスキップ
     RJMP start3 ;第2開始ビット前半Low区間で待機継続へ

```

```

;
    CLR    timerL        ;64μs単位計時器初期化
    LDI    bitcnt, 12    ;ビット計数器初期化
    CLR    command      ;受信命令変数初期化
    CLR    system       ;受信アドレス変数初期化
sample: CP    timerL, ref1 ;1/4ビット位置判定(同期位置から3/4ビット長後)
        BRLO   sample   ;1/4ビット位置以前で待機継続へ
;
        SBIC   PIND, INPUT ;0値(前半=High)でスキップ
        RJMP   bit_is_a_1 ;1値(前半=Low)で分岐
;
bit_is_a_0:
    CLC                    ;Cフラグ=0設定
    ROL    command        ;直前までの受信値を1ビット左移動して、
    ROL    system         ;今回ビット値を最下位ビットに保存
bit_is_a_0a:              ;(ビット中央での同期処理)
    CP    timerL, ref2    ;3/4ビット長時間経過検査
    BRGE   fault         ;3/4ビット長時間経過で失敗へ
;
        SBIS   PIND, INPUT ;後半Low区間開始でスキップ
        RJMP   bit_is_a_0a ;後半Low区間開始(ビット中央)待機
;
        CLR    timerL        ;64μs単位計時器初期化
        RJMP   nextbit      ;次へ
;
bit_is_a_1:
    SEC                    ;Cフラグ=1設定
    ROL    command        ;直前までの受信値を1ビット左移動して、
    ROL    system         ;今回ビット値を最下位ビットに保存
bit_is_a_1a:              ;(ビット中央での同期処理)
    CP    timerL, ref2    ;3/4ビット長時間経過検査
    BRGE   fault         ;3/4ビット長時間経過で失敗へ
;
        SBIC   PIND, INPUT ;後半High区間開始でスキップ
        RJMP   bit_is_a_1a ;後半High区間開始(ビット中央)待機
;
nextbit: CLR    timerL        ;64μs単位計時器初期化
        DEC    bitcnt        ;ビット計数器減数
        BRNE   sample       ;全ビット採取まで継続へ
;                                       ;(全ビット成功裏に受信)
        MOV    temp, command ;最終8ビットを複写
        ROL    temp         ;システムアドレスビット位置補正
        ROL    system       ;
        ROL    temp         ;
        ROL    system       ;
        BST    system, 5    ;交互ビットを一時フラグへ複写
        BLD    command, 6   ;交互ビットを"command"変数のビット6へ複写
        ANDI   command, 0b01111111 ;受信命令無効ビット解除
        ANDI   system, 0b00011111  ;受信システムアドレス無効ビット解除
        RET                    ;呼び出し元へ復帰
;
fault:  SER    command      ;受信命令無効値設定
        SER    system      ;受信システムアドレス無効値設定
        RET                    ;呼び出し元へ復帰

```

5. 改訂履歴

資料改訂	日付	注釈
1473A	-	初版資料公開
1473B	2002年5月	
1473C	2016年8月	新雛形といくつかの微細な変更

Atmel®, Atmelロゴとそれらの組み合わせ、Enabling Unlimited Possibilities®, AVR®, tinyAVR®, megaAVR®とその他は米国及び他の国に於けるAtmel Corporationの登録商標または商標です。他の用語と製品名は一般的に他の商標です。

お断り: 本資料内の情報はAtmel製品と関連して提供されています。本資料またはAtmel製品の販売と関連して承諾される何れの知的所有権も禁反言あるいはその逆によって明示的または暗示的に承諾されるものではありません。Atmelのウェブサイトに表示する販売の条件とAtmelの定義での詳しい説明を除いて、商品性、特定目的に関する適合性、または適法性の暗黙保証に制限せず、Atmelはそれらを含むその製品に関連する暗示的、明示的または法令による如何なる保証も否認し、何ら責任がないと認識します。たとえAtmelがそのような損害賠償の可能性を進言されたとしても、本資料を使用できない、または使用以外で発生する(情報の損失、事業中断、または利益と損失に関する制限なしの損害賠償を含み)直接、間接、必然、偶然、特別、または付随して起こる如何なる損害賠償に対しても決してAtmelに責任がないでしょう。Atmelは本資料の内容の正確さまたは完全性に関して断言または保証を行わず、予告なしでいつでも製品内容と仕様の変更を行う権利を保留します。Atmelはここに含まれた情報を更新することに対してどんな公約も行いません。特に別の方法で提供されなければ、Atmel製品は車載応用に対して適当ではなく、使用されるべきではありません。Atmel製品は延命または生命維持を意図した応用での部品としての使用に対して意図、認定、または保証されません。

安全重視、軍用、車載応用のお断り: Atmel製品はAtmelが提供する特別に書かれた承諾を除き、そのような製品の機能不全が著しく人に危害を加えたり死に至らしめることがかなり予期されるどんな応用(“安全重視応用”)に対しても設計されず、またそれらとの接続にも使用されません。安全重視応用は限定なしで、生命維持装置とシステム、核施設と武器システムの操作の装置やシステムを含みます。Atmelによって軍用等級として特に明確に示される以外、Atmel製品は軍用や航空宇宙の応用や環境のために設計も意図もされていません。Atmelによって車載等級として特に明確に示される以外、Atmel製品は車載応用での使用のために設計も意図もされていません。

© HERO 2016.

本応用記述はAtmelのAVR410応用記述(Rev.1473C-08/20016)の翻訳日本語版です。日本語では不自然となる重複する形容表現は省略されている場合があります。日本語では難解となる表現は大幅に意識されている部分もあります。必要に応じて一部加筆されています。頁割の変更により、原本より頁数が少なくなっています。

必要と思われる部分には()内に英語表記や略称などを残す形で表記しています。

青字の部分はリンクとなっています。一般的に赤字の0,1は論理0,1を表します。その他の赤字は重要な部分を表します。