

## AVR108 : LPM命令の初期設定と使用

### 要点

- AVR<sup>®</sup>アセンブラとでのLPM(Load Program Memory)命令の使用
- プログラム用メモリからの定数取得
- 参照表の使用

### 序説

この応用記述はAVRマイクロコントローラのプログラム用フラッシュメモリに格納された定数の入出力方法を記述します。AVRはハーバード構造を基にし、これはメモリのアドレスとデータが独立したバスを使うことを意味します。これは単一周期命令実行速度を成し遂げるために必要です。フラッシュメモリに定数を格納できるよう、命令一式にLPM(Load Program Memory)命令が含まれています。

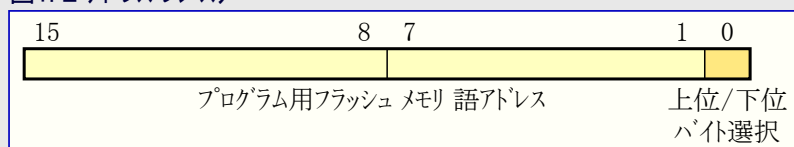
### LPMの使用

プログラム用フラッシュメモリからレジスタファイル内にバイトデータを取得するため、AVR命令一式にLPM命令が含まれます。

AVRマイクロコントローラのプログラム用フラッシュメモリは16ビット語として構成されます。レジスタファイルとデータ用SRAMは8ビットのバイトとして構成されます。従ってプログラム用メモリからデータ用メモリにデータを取得する時に特別な考慮が祓われなければなりません。

レジスタファイルのZレジスタがプログラム用メモリをアクセスするのに使われます。この16ビットレジスタ対はプログラム用メモリへの16ビットポインタとして使われます。上位15ビットはプログラム用メモリの語アドレスを選択します。このため、語アドレスはそれがZレジスタに置かれる前に2倍されます。

図1. Zアドレスレジスタ



Zアドレスレジスタの最下位ビット(LSB)はプログラム用メモリ語の上位(1)または下位(0)のどちらかを選択します。アドレスの上位(ZH)と下位(ZL)を計算するには、HIGH()関数とLOW()関数を使ってください。

プログラム用メモリの任意順の位置からデータを取得するには、新しいアドレスがアクセスされる度毎にZレジスタが正しいアドレスで設定されなければなりません。

プログラム用メモリではデータがプログラム語内で下位部の1バイトと上位部の次バイトとで構成されています。このため、メッセージ文字列はAVR Studio<sup>®</sup>内のメモリウインドウで見ると全ての文字の対が入れ替わった場合のように現れます。

この応用記述内のプログラムはプログラム用メモリから文字列のバイトを取得し、それをポートBに書きます。最初に全ピンが出力となるようにポートBを初期化します。文字列"Hello World"の開始アドレスを上記のようにZレジスタに設定します。そしてLPM命令を使ってプログラム用メモリからバイトが取得されます。プログラムは文字列の最後に達したか(バイトが0だったか)そうでないかどうかを調べます。未だ最後に達していない場合、最後に読んだバイトがポートBに置かれ、短い遅延が作られ、そしてZレジスタが進行(+1)されます。その後、プログラムは別のバイトを取得するために元の方向へ飛びます。



8-bit **AVR**<sup>®</sup>  
マイクロコントローラ

## 応用記述

本書は一般の方々の便宜のため有志により作成されたもので、Atmel社とは無関係であることを御承知ください。しおりのはじめにでの内容にご注意ください。

Rev. 1233B-05/02, 1233BJ4-03/21

```

;**** AVR108 応用記述 ****
;*
;* 表題:      Load Program Memory
;* 版:       1.0
;* 最終更新:  98.12.17
;* 対象:     AT90Sxx1xとより上位機種 (SRAM付きデバイス)
;*
;* 支援E-mail: avr@atmel.com
;*
;* 内容
;* この応用記述はLPM(Load Program Memory)命令の使用法を示します。
;* 応用記述はプログラム用メモリから文字列"Hello World"をバイト単位で取得し、それをポートBに置きます。
;*
;*****

        .INCLUDE  "8515def.inc"          ; デバイス定義インクルードファイル指定
        .DEVICE  AT90S8515              ; デバイス指定 (注: 現アセンブラでは無効)
        temp    =R16                    ; 一時変数定義

start:   LDI     temp, HIGH(RAMEND)      ; 内部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
        LDI     temp, LOW(RAMEND)       ; 内部SRAM最終位置下位値取得
        OUT     SPL, temp                ; スタックポインタ上位初期化
;
        LDI     temp, 0b11111111        ; 全1値取得
        OUT     PORTB, temp              ; ポートB全ピンHigh設定
        OUT     DDRB, temp               ; ポートB全ピン出力設定

; Zレジスタ内に'msg'のアドレスを取得(バイトアドレスにするために語アドレスを2倍)
; 上位/下位アドレスバイト計算にHIGH/LOW関数を使用

        LDI     ZH, HIGH(msg*2)         ; 文字列先頭バイトアドレス上位値設定
        LDI     ZL, LOW(msg*2)          ; 文字列先頭バイトアドレス下位値設定
llp:    LPM     R0                        ; 文字列から対応バイトをR0に取得
        TST     R0                       ; 文字列終了子(=0)検査
        BREQ    quit                     ; 終了子なら無限繰り返しへ分岐
;
        OUT     PORTB, R0                 ; 対応バイト値をポートBに出力
        RCALL   delay                     ; 約1s待機
        ADIW    ZH:ZL, 1                  ; 文字列ポインタ進行(+1)
        RJMP    llp                       ; 終了子まで継続へ
;
quit:   RJMP    quit                       ; 無限繰り返し(待機)

; (約1s待機(4MHzシステムクロック時))

delay:  LDI     R20, 20                    ; 第3計数器初期値設定
        CLR     R21                        ; 第2計数器初期値設定
        CLR     R22                        ; 第1計数器初期値設定
d1p:    DEC     R22                        ; 第1計数器減数(-1)
        BRNE   d1p                         ; 約192μs経過まで繰り返し待機
;
        DEC     R21                        ; 第2計数器減数(-1)
        BRNE   d1p                         ; 約49.2ms経過まで繰り返し待機
;
        DEC     R20                        ; 第3計数器減数(-1)
        BRNE   d1p                         ; 約983ms経過まで繰り返し待機
;
        RET                                ; 呼び出し元へ復帰
;
        * 定数 *

msg:    .DB    "Hello World"              ; 文字列定数定義
        .DB    0                          ; 文字列終了子定義

```



## 本社

### *Atmel Corporation*

2325 Orchard Parkway  
San Jose, CA 95131, USA  
TEL 1(408) 441-0311  
FAX 1(408) 487-2600

## 国外営業拠点

### *Atmel Asia*

Unit 1-5 & 16, 19/F  
BEA Tower, Millennium City 5  
418 Kwun Tong Road  
Kwun Tong, Kowloon  
Hong Kong  
TEL (852) 2245-6100  
FAX (852) 2722-1369

### *Atmel Europe*

Le Krebs  
8, Rue Jean-Pierre Timbaud  
BP 309  
78054 Saint-Quentin-en-Yvelines  
Cedex  
France  
TEL (33) 1-30-60-70-00  
FAX (33) 1-30-60-71-11

### *Atmel Japan*

104-0033 東京都中央区  
新川1-24-8  
東熱新川ビル 9F  
アトメル ジャパン株式会社  
TEL (81) 03-3523-3551  
FAX (81) 03-3523-7581

## 製造拠点

### *Memory*

2325 Orchard Parkway  
San Jose, CA 95131, USA  
TEL 1(408) 441-0311  
FAX 1(408) 436-4314

### *Microcontrollers*

2325 Orchard Parkway  
San Jose, CA 95131, USA  
TEL 1(408) 441-0311  
FAX 1(408) 436-4314

La Chantrerie  
BP 70602  
44306 Nantes Cedex 3  
France  
TEL (33) 2-40-18-18-18  
FAX (33) 2-40-18-19-60

### *ASIC/ASSP/Smart Cards*

Zone Industrielle  
13106 Rousset Cedex  
France  
TEL (33) 4-42-53-60-00  
FAX (33) 4-42-53-60-01

1150 East Cheyenne Mtn. Blvd.  
Colorado Springs, CO 80906, USA  
TEL 1(719) 576-3300  
FAX 1(719) 540-1759

Scottish Enterprise Technology Park  
Maxwell Building  
East Kilbride G75 0QR  
Scotland  
TEL (44) 1355-803-000  
FAX (44) 1355-242-743

### *RF/Automotive*

Theresienstrasse 2  
Postfach 3535  
74025 Heilbronn  
Germany  
TEL (49) 71-31-67-0  
FAX (49) 71-31-67-2340

1150 East Cheyenne Mtn. Blvd.  
Colorado Springs, CO 80906, USA  
TEL 1(719) 576-3300  
FAX 1(719) 540-1759

### *Biometrics*

Avenue de Rochepleine  
BP 123  
38521 Saint-Egreve Cedex  
France  
TEL (33) 4-76-58-47-50  
FAX (33) 4-76-58-47-60

## 文献請求

[www.atmel.com/literature](http://www.atmel.com/literature)

## © Atmel Corporation 2002.

Atmel製品は、ウェブサイト上にあるAtmelの定義、条件による標準保証で明示された内容以外の保証はありません。本製品は改良のため予告なく変更される場合があります。いかなる場合も、特許や知的技術のライセンスを与えるものではありません。Atmel製品は、生命維持装置の重要部品などのような使用を認めておりません。

本書中の®、™はAtmelの登録商標、商標です。  
本書中の製品名などは、一般的に商標です。

## © HERO 2021.

本応用記述はAtmelのAVR108応用記述(doc1233.pdf Rev.1233B-05/02)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。