

# AVR360 : ステッピング モータ制御器

## 要点

- 高速ステッピング モータ制御器
- 割り込み駆動
- 簡潔なコード(10バイトだけの割り込みルーチン)
- 非常に高い速度
- 低い計算の必要条件
- 全てのAVRデバイスを支援

## 序説

この応用記述は簡潔な量で高速割り込み駆動ステッピング モータ制御器を実装する方法を記述します。ステッピング モータは代表的にカメラのズーム/フィルム巻き戻し、ファクシミリ、複写機、紙の供給器/整列器、ディスクドライブのような応用で使用されます。

AVR制御器の高い能力が設計者に対して制御器の低い計算必要条件での高速ステッピング モータ応用の実装を可能にします。

## 動作の理屈

DCステッピング モータはパルス電流をモータ回転に変換します。代表的なモータは4つの巻き線コイルを含みます。コイルは度々、赤、黄/白、赤/白、黄で記されます。これらのコイルへの電圧印加がモータに1段進むことを強制します。

標準動作(2相駆動)では2つの巻き線コイルが同時に活性化されます。ステッピング モータは活性化される巻き線が変わる毎に時計回りに1段移動します。順序が逆順に印加される場合、モータは反時計回りで動きます。

回転速度はパルスの周波数によって制御されます。パルスがステッピング モータに印加される毎にモータは固定の距離で回転します。代表的な回転段階は $1.8^\circ$ です。各段での $1.8^\circ$ 回転に於いてモータの完全回転( $360^\circ$ )は200段が必要です。

計時器割り込みの間隔を変更することにより、モータの速度は調整することができ、段数を計数することにより、回転角を制御することができます。

図1. ステッピング モータの段階順序(2相駆動)

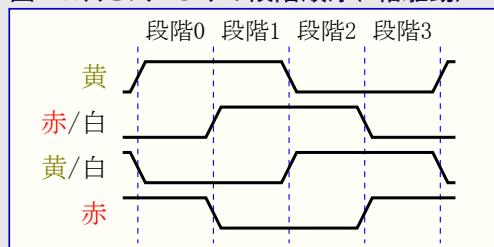


表1.は各段階を実行するためにステッピング モータへ出力する16進値を示します。

表1. ステッピング モータ出力値

段階	黄	赤/白	黄/白	赤	16進値
0	1	0	0	1	9
1	1	1	0	0	C
2	0	1	1	0	6
3	0	0	1	1	3



8ビット 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. 1181B-04/03, 1181BJ2-01/14

## ソフトウェア説明

ソフトウェアは100 $\mu$ s毎に割り込みを生成するのに捕獲機能付きの16ビット計時器(タイマ/カウンタ)を使用します。割り込みが実行される時に新しい段階値がポートBに出力されます。

ステップング モータに関する値はフラッシュメモリに格納されます。始動時にその値は高速アクセスと最高性能を達成するためにSRAMへ複写されます。

この実装に於いて、割り込みルーチンは、割り込み移行に対する4周期+7周期+割り込み抜け出しに対する4周期がかかります。これは合計15周期です。ステップング モータ制御には2 $\mu$ s未満がかかります。割り込みが100 $\mu$ s毎に必要なとされる場合、ステップング モータ処理はCPUの処理能力の2%だけがかかります。

この例ではステップング モータ用の値がSRAMのアドレス \$0100から格納されます。SRAMアドレスの上位バイトは一定で、下位バイトの下位ニブルだけがアドレス情報のアクセスに使用されます。図2をご覧ください。

変数の下位ニブル(4ビット)がステップングモータを制御するための実際の値で、上位ニブルは次の値のアドレスを保持します。

図2. ステップング モータ制御表のアドレスと値

SRAMアドレス	アドレス	値	SRAM値
\$0100	0001	1001	\$19
\$0101	0010	1100	\$2C
\$0102	0011	0110	\$36
\$0103	0000	0011	\$03

この方法を使用することにより、最小プロセッサ資源との組み合わせで最大速度を達成することができます。

## 資源

表2. CPUとメモリの使用

ルーチン	コード量	実行周期数	使用レジスタ	割り込み	説明
Main	38語	-	ZH,ZL,XH,XL,R16	-	初期化とプログラム例
OC1A	10語	13+RETI	XH,XL,R16	タイマ/カウンタ1比較出力A	ステップング モータ値出力と次の値計算
合計	48語	-	ZH,ZL,XH,XL,R16		

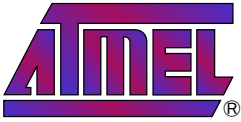
表3. 使用周辺機能

周辺機能	説明	許可割り込み
4つのI/Oピン	ステップング モータ制御出力ピン	-
タイマ/カウンタ1	ステップング モータ周波数生成用計時器割り込み生成	タイマ/カウンタ1比較A

(訳注) 本応用記述に関する試供ソフトウェアは基本的に比較機能付きのタイマ/カウンタ1を持つ全てのAVRに適用可能ですが、そのままの状態ではAT90S8515(またはATmega8515)用になっています。他のデバイスで動かすには一般的に以下の点に関して確認/修正を必要とします。

- ・ポートBの確認。PB3~0を使用します。PB7~4はプルアップなしの入力になっています。
- ・SRAM位置確認。SRAMは\$0100~\$0103を使用します。小規模なデバイスではこの位置にSRAMが存在しないのでより下位になり、大規模なデバイスではこの位置が拡張I/O領域なのでより上位になり、それぞれ.DSEGの.ORGを修正してください。
- ・タイマ/カウンタ1の制御レジスタ定義確認。AT90S8515と異なる制御構成のデバイスはレジスタ及びビットの位置を修正してください。
- ・割り込みビット位置確認。AT90S8515と異なる割り込み制御構成のデバイスはレジスタ及びビットの位置を修正してください。

また、ポートB以外のポートが初期化されていないので、入力のままになります。これは好ましくないので、未使用ポートは出力またはプルアップ付き入力に固定化すべきでしょう。



## 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 2003.

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 2014.

本応用記述はATMELのAVR360応用記述(doc1181.pdf Rev.1181B-04/03)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。