

# AVR1001 : XMEGAの事象システムでの着手に際して

## 要点

- 周辺機能事象の柔軟な経路
  - ・ 形成可設定能な8つの事象チャネル
  - ・ 信号濾波
- CPUと無関係な周辺機能制御能力
- 直交復号

## 1. 序説

XMEGA<sup>®</sup>の事象システムはCPUからの介在なしの相互作用を周辺機能に許す機能一式です。多くの周辺機能部署が割り込み要求として度々同じ条件で事象を生成し得ます。これらの事象は事象経路システムを通して事象使用者へ経路付けされ、そして或る動作がその事象によって起動され得ます。CPUは初期設定段階を除いて、この処理に関係しません。例としては、使用者が鈕を押下する時にタイマ/カウンタ入力捕獲を起動する、またはタイマ/カウンタの上昇溢れでA/D変換を開始することが可能です。事象システムの力を完全に利用すると、非常に小さなCPUの介在で込み入った操作を行うようにチップを形成設定することが可能で、それは貴重なプログラムメモリと実行時間の両方を節約します。

## 2. 事象システム概要

事象システムは性質が異なる3つの部分に分けることができます。

- ・ 1つ以上の事象元を持つ事象生成器
- ・ 事象経路網
- ・ 事象使用者

本節はこれらの部分が相互にどう作用するかの詳細を説明します。

### 2.1. 事象とは?

本資料で使用される事象は周辺機能内の状態変化発生の指示です。事象生成の周辺機能能力は事象生成器と呼ばれます。1つの事象生成器はその周辺機能内の多数の変化で事象を生成できるかもしれませんが、それらの各々が個別の事象元です。例として、タイマ/カウンタ部署はそれが上昇溢れ、異常、比較/捕獲で事象を生成できるので、多数の事象元を持つ事象生成器です。

### 2.2. 事象形式

XMEGAの事象システムには合図事象とデータ事象の2つの事象形式が存在します。合図事象は変化が起きた事実を除いて、どんな情報も含みません。データ事象は変化の状態についての付加情報を含みます。データ事象の符号化は事象元によって決められます。

データ事象が少数の周辺機能でだけ使用されるので、それらは3.節まで詳細に網羅されていません。本資料の残り部分では、この2つの区別が必要な状況を除いて、語“事象”は合図事象を参照する時に使用されます。

### 2.3. 事象生成器

事象生成器は1つ以上の事象元を持つ周辺機能部署です。一般的に周辺機能部署に属する利用可能な事象元と利用可能な割り込みとDMAの起動元には強い相互関係があります。事象生成器はその事象元の全てを事象経路システムへ供給し、どの事象元が別の部署によって使用されるかを知らません。

### 2.4. 事象経路網

事象経路網は事象生成器から事象使用者へ事象の経路付けを扱います。事象経路網は8つの等しい事象チャネルから成ります。各チャネルは(CH<sub>n</sub>MUXレジスタによって制御される)多重器、(CH<sub>n</sub>CTRLレジスタによって制御される)制御と濾波の論理回路から成り、ここでのnはチャネル番号です。

全ての事象生成器からの全ての事象元は8つの多重器の各々の入力に接続されます。これは各事象チャネルがどの事象元にも接続できることを意味します。多数の事象チャネルが同じ事象元を中継する選択にもできます。

事象チャネルの特殊機能と濾波は3.節で網羅されます。



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. 8071A-02/08, 8071AJ4-03/14

## 2.5. 事象使用者

事象使用者は、事象活動として参照される動きを起動するために、事象を使用することができる周辺機能部署です。事象使用者は事象チャンネルを選択することによって、それに反応するための事象元を選びます。実際の事象元は選択した事象チャンネルの多重器設定によって決められます。

事象使用者は事象生成器でも有り得ます。例えばタイマ/カウンタ部署は多数の事象元を持ち、入力捕獲を起動するために別の周辺機能部署からの事象を使用することもできます。

## 2.6. 事象タイミング

通常、事象は1クロック周期間持続します。いくつかの事象元は或る条件で継続的に事象を生成できますが、これはここで詳細に網羅されません。

事象が生成されると、事象活動が起動される前に2クロック周期までかかります。事象が起きてからそれが事象経路網によって記録されるまでに1クロック周期、そして事象使用者へ事象を伝達するのに別の1クロック周期がかかります。

事象活動を起動するための事象に対して2クロック周期より多くかかることが決していないため、事象システムは割り込みを使用するよりもっと決定的なタイミングを提供します。

## 2.7. 手動事象生成

ソフトウェアからまたはチップ上デバッグシステムを使用して、のどちらでも事象を生成することが可能です。生成された事象は事象チャンネルへ直接注入されます。事象チャンネルは手動事象生成使用の可能性に対してそれと提携する事象元を持つ必要はありません。事象元が事象チャンネルと提携する場合、手動生成された事象が優先権を持ち、そして周辺機能の事象を無効にします。

**STROBE**と**DATA**の2つのレジスタが手動事象生成に使用されます。事象生成は**STROBE**レジスタへの書き込みによって起動されます。合図事象を生成する時は**STROBE**レジスタだけが必要とされます。データ事象生成時は**STROBE**と**DATA**の両方が使用されなければならず、**STROBE**は**DATA**の後で書かれなければなりません。

**STROBE**と**DATA**のレジスタは各事象チャンネルに対する1ビットを含みます。ビットnが事象チャンネルnに対応します。一度に多数のチャンネルを書くことによって、同時に多数のチャンネルで事象を生成することが可能です。

表2-1は**STROBE**と**DATA**のレジスタに書かれる値と生成される事象間の割り当てを示します。データ事象02とデータ事象03だけが合図事象を期待する事象使用者によって認識される事象であることに注意してください。データ事象は3.節でもっと詳細に網羅されます。

表2-1. 事象符号化

| STROBE | DATA | データ事象使用者 | 合図事象使用者 |
|--------|------|----------|---------|
| 0      | 0    | 事象なし     | 事象なし    |
| 0      | 1    | データ事象01  | 事象なし    |
| 1      | 0    | データ事象02  | 合図事象    |
| 1      | 1    | データ事象03  | 合図事象    |

### 2.7.1. 手動生成合図事象

合図事象生成時、**STROBE**レジスタだけが書かれる必要があります。例えば、**STROBE**レジスタへの\$05書き込みはチャンネル0と2で同時に合図事象を生成するでしょう。事象が発行されてしまうと、**STROBE**レジスタだけでなく**DATA**レジスタも自動的に解除されます。

### 2.7.2. 手動生成データ事象

データ事象生成時、**DATA**レジスタが最初に書かれなければならず、そして**STROBE**レジスタが後続します。事象は**STROBE**レジスタが書かれる前には生成されません。事象が発行されてしまうと、**DATA**と**STROBE**のレジスタは自動的に解除されます。例えば、**DATA**レジスタへ\$05を書き、その後の**STROBE**レジスタへの\$01書き込みはチャンネル0で生成されるべきデータ事象03を発生し、同時にデータ事象01がチャンネル2で生成されるでしょう。合図事象を期待する事象使用者はチャンネル0での事象を認識しますが、チャンネル2での事象を認識しないことに注意してください。

## 2.8. 事象と休止形態

事象システムは活動動作とアイドル動作で動きます。他の全ての休止形態では周辺機能部署が事象システムを使用して通信を行うことができません。

### 3. 高度な使い方

周辺機能での変化についての情報中継に加えて、事象システムは濾波と直交復号のような新しい作業を扱うための組み込み機能を持っています。これらの機能はCH<sub>n</sub>CTRLによって制御される事象チャンネルでの特別な扱いが必要です。ここでのnはチャンネル番号です。

#### 3.1. 濾波

各事象チャンネルはCH<sub>n</sub>CTRLレジスタのDIGFILT2~0領域によって制御される提携デジタル濾波器を持っています。事象チャンネルに対する多重器の入力は事象が事象チャンネルを通して合図される前に(DIGFILT+1)クロック周期間、論理1でなければなりません。

デジタル濾波器は代表的にI/Oポートピンが事象生成に使用される時に、スイッチ跳躍や電氣的雑音によって引き起こされる複数の連続的な事象を防ぐために使用されます。

#### 3.2. 直交復号

事象システムは直交復号器としてのタイマ/カウンタ使用を可能にする拡張を持っています。直交符号器は主にモータ応用で位置感知器として使用されますが、コンピュータのマウスでのホール経緯器のような他の回転感知器でも見られます。AVR1600応用記述はより多くの詳細で直交復号の初期設定と使用を網羅します。

### 4. 例

本節は事象システムの使用に対する有用な方法の範囲を一覧にします。各例にはシステムの各部分をどう初期設定するかへの指示があります。追加とより多くの詳細な例は特定の事象使用者に対する応用記述で得られます。

#### 4.1. 入力捕獲

事象元はタイマ/カウンタ部署の1つでの入力捕獲起動に使用することができます。これは時刻印事象に使用することができます。

##### 4.1.1. 形成設定

本例はI/Oポートピン PD0での変化によって起動される入力捕獲に関してTCC0をどう形成するかを示します。

1. 望む周波数と周期でTCC0を形成設定してください。
2. 事象チャンネル多重器入力としてPD0事象を使用するように事象チャンネル0を形成設定してください。
3. TCC0に対する事象元として事象チャンネル0を選択してください。
4. TCC0に対する事象活動を"入力捕獲"に設定してください。
5. 比較/捕獲チャンネルAを許可してください。
6. PD0を入力として、入力感知を両端に形成設定してください。

今やTCC0はPD0の入力での毎回の論理変化で入力捕獲を実行するでしょう。

#### 4.2. タイマ/カウンタ上昇溢れでの4つのADCチャンネル掃引

ADCはどの事象でも4つのチャンネルの掃引を行うように形成設定することができます。本例ではタイマ/カウンタ上昇溢れが使用されます。これはタイマ/カウンタがPWM生成に使用される時に、ADC採取がPWMに同期化できるので、非常に有用になり得ます。

##### 4.2.1. 形成設定

本例は事象チャンネル0を使用してTCC0の上昇溢れでADCAの4つの仮想チャンネルの掃引をどう形成するかを示します。

1. 望む周波数と周期でTCC0を形成設定してください。
2. 事象チャンネル0に対する事象元としてTCC0上昇溢れ事象を選択してください。
3. ADCAを4チャンネル掃引に形成設定してください。
4. ADCAを事象チャンネル0を使用して事象での掃引開始に形成設定してください。

#### 4.3. 32ビット入力捕獲での32ビット タイマ/カウンタ

時々、16ビットよりも多くの分機能のタイマ/カウンタを持つことは有益です。事象システムは2つの16ビット タイマ/カウンタを直列にして、それらの入力捕獲付きの32ビット タイマ/カウンタとしての使用を可能にします。

32ビット動作でのタイマ/カウンタ使用についてのより多くの詳細情報に関してはAVR1306応用記述をご覧ください。

##### 4.3.1. 形成設定

本例は事象チャンネル1を通して経路付けされたPD0の論理変化によって起動される入力捕獲チャンネルAでの1つの32ビット タイマ/カウンタとしてTCC0とTCC1をどう形成するかを示します。事象チャンネル0が上昇溢れ伝播に使用されます。

1. PD0を入力として、入力感知を両端に形成設定してください。
2. 事象チャンネル0に対する多重器入力事象としてTCC0上昇溢れ事象を選択してください。
3. 事象チャンネル1に対する多重器入力事象としてPD0を選択してください。
4. TCC1に対するクロック元として事象チャンネル0を選択してください。
5. TCC0とTCC1の両方に対して事象活動としてCTRLDのEVACTを入力捕獲に設定してください。
6. TCC0とTCC1の両方に対してCTRLDのEVSELビットを事象チャンネル1に設定してください。
7. TCの上位語への事象を遅らせるためにTCC1のCTRLDのEVDLYビットを設定(1)してください。

8. TCC0とTCC1の両方に対して入力捕獲チャンネルAを許可してください。
  9. TCC0に対するクロック元としてシステム クロックを選択してください。
- 今やPD0の論理変化がTCC0とTCC1のチャンネルAでの32ビット入力捕獲を起動するでしょう。

#### 4.4. 事象計数

タイマ/カウンタに対するクロック元として事象チャンネルの使用が可能です。これは事象チャンネルでの事象数を数えるのに使用できます。

##### 4.4.1. 形成設定

本例ではPD0に接続された釦が押下される回数を数えるのにTCC0が使用されます。

1. PD0を上昇端または下降端での起動に形成設定してください。
2. 事象チャンネル0に対する事象元としてPD0を選択してください。
3. 事象チャンネル0に対するデジタル濾波器を可能な最高値に設定してください。
4. TCC0に対するクロック元として事象チャンネル0を形成設定してください。

今やTCC0はPD0に接続された釦が押下される回数を数えるでしょう。

#### 4.5. 採取速度配給

事象チャンネルは採取速度配給チャンネルとしての機能に設定することができます。多くの制御システムは採取速度と呼ばれる規則的な間隔でのデータの採取と出力が必要です。採取速度生成器としての1つのタイマ/カウンタ使用は、規則的な間隔での動作実行を必要とするADC、DAC、PWM、他の周辺機能部署の全てにタイマ/カウンタからの上昇溢れ(と/または)比較一致の事象の配給が可能です。

### 5. ドライバ/例の実装

含まれているドライバは事象システムを形成するために使用できる関数です。このドライバはANSI<sup>®</sup> Cで書かれていて、XMEGA支援を持つ全てのコンパイラでコンパイルできるでしょう。

このドライバが高性能の考えで書かれていないことに注意してください。それはXMEGA事象システムでの始めと素早い試作に対する容易な使用の雛形を得るためのライブラリとして設計されています。時間とコード量が重要な応用開発については、マクロまたはレジスタへの直接アクセスでの関数呼び出しへの置換を考慮してください。

#### 5.1. ファイル

ソースコード一括は次のファイルから成ります。

- `event_system_driver.c` : 事象システムドライバ ソース ファイル
- `event_system_driver.h` : 事象システムドライバ ヘッド ファイル
- `event_system_example.c` : 事象システム使用例

#### 5.2. Doxygen資料化

全てのソースファイルはDoxygenを使用する自動資料生成用に準備されています。Doxygenは特別なキーワードを使用してソースコードを分析することによって、ソースコードから資料を作成するツールです。Doxygenについてのより多くの詳細に関しては<http://www.doxygen.org>を訪ねてください。予めコンパイルされたDoxygen資料は本応用記述に伴うソースコードと共に供給され、ソースコードフォルダの`readme.html`ファイルから利用可能です。



## 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

## 製品窓口

### ウェブサイト

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

### 技術支援

[avr@atmel.com](mailto:avr@atmel.com)

### 販売窓口

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

### 文献請求

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

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のウェブサイトに位置する販売の条件と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、または利益の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。

© Atmel Corporation 2008. 全権利予約済 ATMEL®、ロゴとそれらの組み合わせ、AVR®とその他はATMEL Corporationの登録商標、XMEGA®とその他は商標またはその付属物です。他の用語と製品名は一般的に他の商標です。

### © HERO 2014.

本応用記述はATMELのAVR1001応用記述(doc8071.pdf Rev.8071A-02/08)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。