

タイマ機能を使ったプログラミング

加納 昌明, 秋岡 隆伸

組み込み制御にタイマ機能は欠かせません。タイマ機能は単に一定時間ごとに割り込みをかけるだけでなく、タイマの数を計測したり、それを使ってワンショット・パルスやPWMを発生させたりと、さまざまな応用が可能です。ここでは、タイマの基本から、タイマを使った実用的な機能の実現までを解説します。

1. マイコン内蔵タイマの概要

タイマにはさまざまな機能がある

マイコンにおけるタイマとは、時間管理やパルス計数、PWM (Pulse Width Modulation) 制御波形生成などを行う内蔵周辺回路のことで、

マイコンを使ったシステムを設計する上で、動作タイミングを制御することは非常に重要な要素です。この動作タイミングを管理するのがタイマです。単純に時間を計るだけでなく、数を数える(カウントする)機能もあることから、タイマ・カウンタと呼ばれます。

タイマ・カウンタは、「タイマ」と「(イベント)カウンタ」の二つの機能を結合した名前です。基本的に、タイマとカウンタを実現するための回路は同一で、ともに入力された信号をカウントします。これらは使用目的と入力される信号で区別されます。

タイマは、システム・クロックのように一定間隔で入力される信号をカウントし、時間の経過を表すために使われます。

コンペア機能とキャプチャ機能

カウンタは、任意の間隔で入力された信号(イベント)の数をカウントして個数を示します。また、カウント動作だけでは使用される局面が限られますが、コンペア機能やキャプチャ機能と一緒に使うことでさまざまな用途に使えます。

コンペア機能は、タイマ・カウンタのカウント値と比較するための値をレジスタに設定し、値が一致したときに一致信号(割り込み要求)を発生させます。

キャプチャ機能は、外部から入力された信号により、そのときのタイマ・カウンタの値を読み込むために使用します。ストップ・ウォッチにたとえると分かりやすいでしょう。外部入力(スタート・ボタン)により、カウンタのカウント動作をスタートします。そして、次の外部入力(ラップタイム・ボタン)により、そのときのラップタイムを記録(キャプチャ)します。

これらの機能を使用して、パルス出力やPWM出力を実現で

きます。

基本的な動作はインターバル・タイマと同じですが、コンペア・レジスタとタイマ・カウンタが一致するたびに割り込み要求が発生し、タイマ出力が反転動作を繰り返します。周期とデューティ比用に二つのコンペア・レジスタを使用すれば、PWM出力が可能となります。

PWM出力は、一定周期であるパルスの中でON/OFF(“H”/“L”)時間の比率を任意に変えてパルス出力を行います。ランプの明るさやモータの回転速度を制御する場合などに使われます。

2. V850ES/JG2のタイマ機能

本誌2007年5月号の付属基板に搭載されているV850ES/JG2は、以下の機能を持つタイマ・カウンタを内蔵しています。

- 16ビット・タイマ・イベント・カウンタP(TMP0~5)
- 16ビット・タイマ・イベント・カウンタQ(TMQ0)
- 16ビット・インターバル・タイマ・カウンタM(TMM)
- 時計タイマ(WT)
- ウォッチドッグ・タイマ(WDT2)
- リアルタイム出力(RTO)

これらについて説明していきます。

16ビット・タイマ・イベント・カウンタ(TMP0~TMP5/TMQ0)

16ビットのタイマ・イベント・カウンタであるTMPとTMQは、プログラムの設定によって豊富なタイマ/カウンタ機能を実現します。TMPとTMQは、多くのV850ESコアに標準で内蔵されている周辺機能で、制御システムの時間管理やモータなどの周辺アクチュエータ制御に利用できます。

V850ES/JG2には、TMP0~TMP5とTMQ0の合計7回路(エッジ検出回路2チャンネル、立ち上がり/立ち下がり/両エッジ検出)、タイマ割り込み信号出力(1チャンネル)、制御出力(2チャンネル)、カウント値の一致割り込み信号出力(2チャンネル)が搭載されており、それぞれが独立して制御できます。

TMPとTMQには、以下の機能があります。

- インターバル・タイマ機能
- 外部イベント・カウンタ機能
- 外部トリガ・パルス出力機能
- ワンショット・パルス出力機能
- PWM出力機能

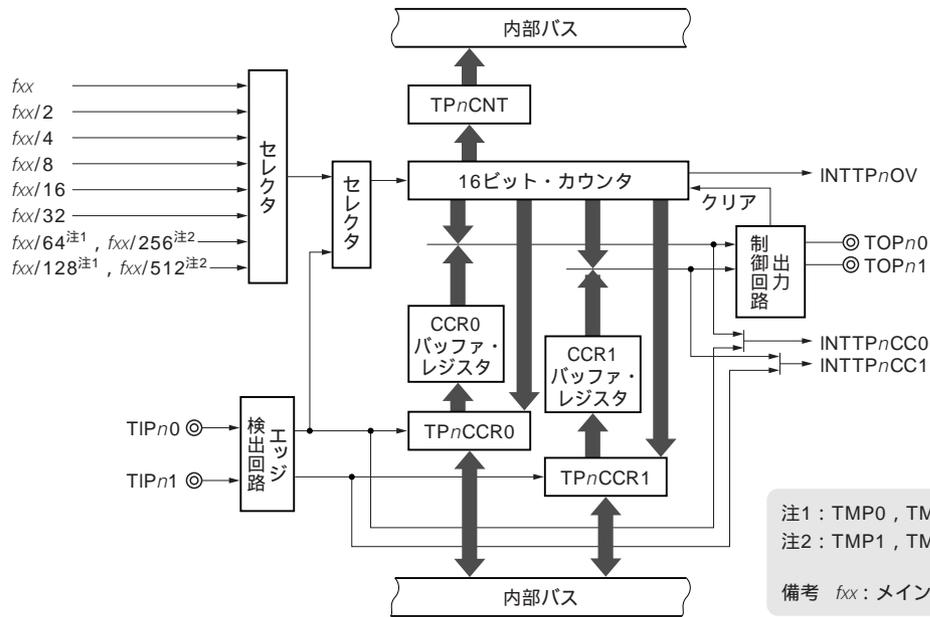


図1 TMPのブロック図

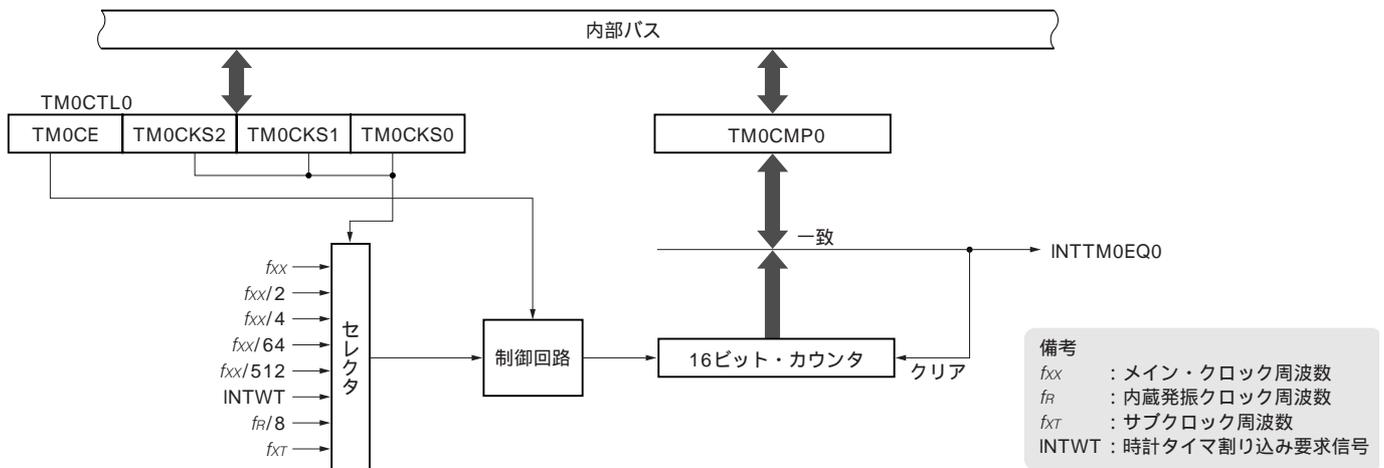


図2 TMM0のブロック図

- フリー・ランニング・タイマ機能
- パルス幅測定機能

TMPとTMQの機能一覧を表1に、TMPの回路ブロック図を図1に示します。レジスタについては、本誌2007年5月号付属CD-ROMに収録したユーザーズ・マニュアル(U17715JJ2V0UD.PDF)に記載されています。

16ビット・インターバル・タイマ・カウンタ(M(TMM))

TMMは、簡単な構成のインターバル・タイマです。メインまたはサブクロックからカウント・クロック(8通り)を選択します。次にコンペア・レジスタに任意の値を設定して、制御システムの一定周期を管理します。

図2にTMM0のブロック図を示します。

時計タイマ(WT)

WTは、メインまたはサブクロックからカウント・クロックを選択して、0.5秒や0.25秒などの時間を生成して計時処理を行います。

WTはインターバル・タイマとしても使用できます。時計タイマ・クロック周波数を分周して作ったカウント値を、インターバルとして繰り返し割り込み要求信号を発生させ、一定周期の管理を行います。また、時計カウント動作とインターバル動作は、同時に使用できます。

図3に時計タイマのブロック図を示します。

ウォッチドッグ・タイマ(WDT2)

WDT2は、プログラムの異常動作やCPUの暴走を監視するためのタイマです。設定された一定時間内にCPUからのアク