

第3章 タイマ機能の使い方

液晶表示のデジタル時計を作る

小野寺 康幸
Yasuyuki Onodera

タイマ機能の使い方

本章では、前半は dsPIC30F2012 (以降、dsPIC) でのタイマ機能の基本的な仕組みを理解して、後半でタイマを利用した LCD 時計を作ります (写真1)。この LCD 時計は時刻精度が低い実用的ではありませんが、タイマの原理を理解する助けとなるでしょう。

● 割り込み処理の実行時間を管理する

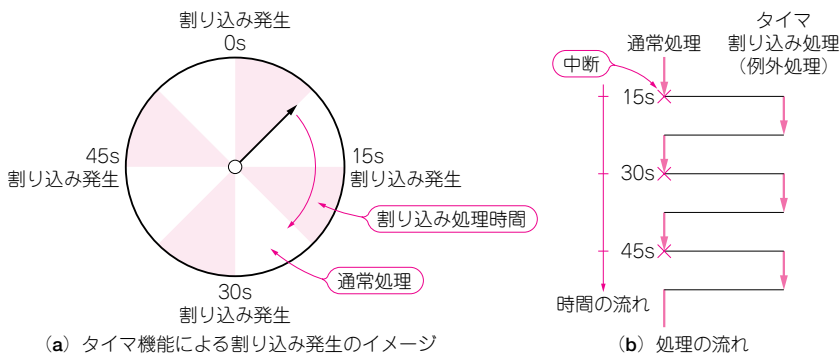
タイマ機能を使うと、定期的に割り込み処理を実行できます。例えば、時間を定期的にカウントする時計機能や A-D 変換のサンプリングなど、定期的に何かをマイコンに実行させる処理に有効な方法です。

15 秒ごとのタイマ割り込み処理のイメージは図1のようになります。通常処理実行中、15 秒ごとにタイマ割り込み処理が呼び出されます。

これがタイマのもっとも基本的な使い方になります (必ずしもタイマと割り込みを併用する必要はないが、併用するのが一般的)。

● タイマ割り込み処理の流れ

タイマ割り込み処理の流れは次のとおりです。



(a) タイマ機能による割り込み発生イメージ
図1 タイマ割り込みのイメージ

① 15 秒ごとに割り込みが発生するようにタイマを設定
目覚まし時計のアラーム時刻の設定に相当します。
タイマの周期は、自動的にカウントアップされるタイマ・カウンタ、カウンタに供給するタイマ用クロック、カウンタの上限値により決まります。

dsPIC では、システム・クロックを分周してタイマ用クロックに供給します。

この分周比 (プリスケラ) とカウンタの上限値を設

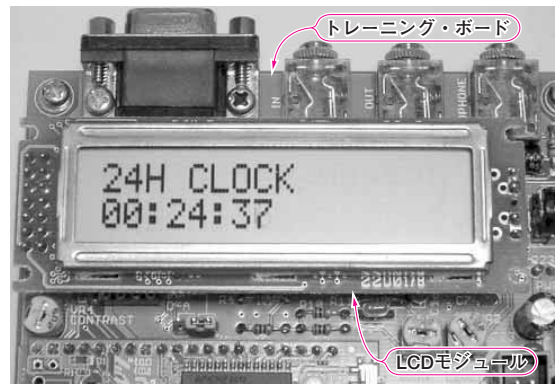


写真1 タイマ機能を使った液晶表示のデジタル時計
dsPIC30F2012 の内部クロックを使っているため精度は低い、トレーニング・ボードに水晶発振器を取り付けて、dsPIC30F2012 を外部クロックで動作させれば高精度な時計を作ることできる

プリスケラ (Prescaler) ▶ タイマなどの前段に挿入する分周器、後段に挿入する分周はポストスケラ (Postscaler) と呼ばれる。

表1 dsPIC30F2012が持つ3種類のタイマ・モジュールの機能

タイプA (タイマ1)	16ビット同期カウンタ
	16ビット非同期カウンタ
	リアルタイム・クロック
タイプB (タイマ2)	16ビット同期カウンタ
	PWMの周期決定
	32ビット同期カウンタ(タイマ3と組み合わせ)
タイプC (タイマ3)	16ビット同期カウンタ
	PWMの周期決定
	A-D変換のトリガ

定し、割り込み発生時間を設定します。

②タイマ割り込みの有効化

目覚まし時計のアラーム機能をONすることに相当します。

タイマを設定しただけでは機能しません。有効化する必要があります。

dsPICの場合、タイマ・モジュールの有効化と割り込みの有効化の二つを行う必要があります。

③割り込み発生メカニズム

一旦タイマが設定され有効化されるとタイマ・カウンタは自動的にカウントアップされます。設定したカウンタの上限値に達したとき、割り込み(例外処理)を発生させます。そして2重割り込みを避けるため、タイマ割り込み中を示すフラグが立ち、割り込み中に同じ割り込みが発生しないようにします。

割り込み発生と同時にカウンタは初期値に戻されカ

表3 タイマ1~タイマ3のレジスタのビット構成

変数名	ビット割り当て											
	ビット15	ビット14	ビット13	ビット12	ビット11	ビット10	ビット9	ビット8	ビット7	ビット6	ビット5	
TMR1	タイマ1カウント・アップ用レジスタ(タイマ・レジスタ)の値											
PR1	周期レジスタ1の値											
T1CON	TON	-	TSIDL	-	-	-	-	-	-	TGATE	TCKPS1	

(a) タイマ1

変数名	ビット割り当て											
	ビット15	ビット14	ビット13	ビット12	ビット11	ビット10	ビット9	ビット8	ビット7	ビット6	ビット5	
TMR2	タイマ2カウント・アップ用レジスタ(タイマ・レジスタ)の値											
PR2	周期レジスタ2の値											
T2CON	TON	-	TSIDL	-	-	-	-	-	-	TGATE	TCKPS1	

(b) タイマ2

変数名	ビット割り当て											
	ビット15	ビット14	ビット13	ビット12	ビット11	ビット10	ビット9	ビット8	ビット7	ビット6	ビット5	
TMR3HLD	TMR2とTMR3を読み書きするためのレジスタ(32ビット・カウンタ動作時のみ)の値											
TMR3	タイマ3カウント・アップ用レジスタ(タイマ・レジスタ)の値											
PR3	周期レジスタ3の値											
T3CON	TON	-	TSIDL	-	-	-	-	-	-	TGATE	TCKPS1	

(c) タイマ3

サンプリング周波数 [Hz]	n
8 k	3685
10 k	2948
16 k	1842
20 k	1474
44.1 k	668

表2 サンプリング周波数と分周比nの関係
($f_{cy} = 29.48 \text{ MHz}$, $PS = 1$)

ウントを続けます。

④割り込みの例外処理に切り替える

割り込みが発生するとdsPICは通常処理を中断し、例外処理に切り替えます。通常処理の中断場所を記憶しておくため、プログラム・カウンタをスタックに保存し、あらかじめ決められた例外処理の関数へジャンプします。これにより例外処理が始まります。

C言語上では割り込み用の関数が呼び出されます。

⑤例外処理を実行

通常処理で使っていたレジスタの内容は、処理を復帰するために壊さないようにします。また、定期的にタイマ割り込みを行うため、次のタイマ割り込みが発生する前に例外処理を終わらせる必要があります。

例外処理を終えたら、プログラム上でタイマ割り込み中を示すフラグをクリアします。

⑥例外処理から通常処理への復帰

例外処理の終了時点で、割り込み専用の復帰命令が実行されます。これにより、スタックへ保存していた

フラグ(flag) ▶ 旗の意味。旗を立てたり、横にすることで状態を表現する。PICでは状態を保持するために使われるレジスタの特定ビットをフラグと呼ぶ。