

デジタルシステム設計 講義レジメ

担当：和田知久 (ファイヤー和田)

中間試験に出そうな問題

センサー検知し、エアバッグが動作するシステムを想定し、割り込みを用いた実装と割り込みを用いない実装例を説明し、それぞれのメリット・デメリットを述べよ！

基本的な周辺回路

1) リアルタイムクロック(RTC)

バックアップ電池、水晶発振、カウンター、レジスタ、バスインターフェース

OSが時間を知るため必要

割り込み機能を持つ場合あり

2) タイマー

内部クロックをカウントし、ある時刻ごとに割り込み信号を生成させる

このタイマーの方がRTCより高精度

○OSのタスク切り替え(コンテキストスイッチ)のタイミング

○デバイスドライバのタイムアウトや異常検知のタイミングを計る手段

タイマーはマスク可能な割り込み手段

3) ウォッチドッグタイマー

プロセッサの異常を検出するタイマー

数十ミリ秒から数秒ごとに初期化されないとプロセッサが異常と判断し、割り込みもしくはリセットをかける。

○マスクできない割り込み

4) DMA

Direct Memory Access (DMA) とはCPUのデータ転送命令 (LOAD, STORE) を用いずにメモリにアクセスする機能

DMAコントローラが上記アクセスを実行する

○CPUをメモリアクセスの時間から解放し、計算等の仕事に集中させ無駄をはぶく

○組み込みシステムでは、CPUの仕事が減らし低電力化の効果があり重要

○例：ストリーミング処理

ストリーミング処理はデータ転送が多い

CPUでは映像・音楽処理を行いながら、DMAコントローラがDMA転送を行う。

データがそろい次第、CPUは次の処理に入り、DMAコントローラは前の処理のデータの転送や次の処理のためのデータの準備を行う。

○複数の DMA 転送を行う場合が通常なので、DMA の制御レジスタを複数持ち、それぞれをチャンネルと呼ぶ。

次ページに DMA を用いた、処理系の例を示す。

基本的なバッファ管理 (1/3)

- FIFO バッファ
 - FIFO = First In First Out
 - マイコンの外部からのデータ入力スピードと、CPU の処理スピードのミスマッチを解消する時に有効。
 - 入力レートは一定だが、CPU の処理速度はバラつきがある場合。
 - 他にも使い道はいろいろあるが、各種のミスマッチ解消用のバッファ。

一定の速度でデータが到着
例えば、1[ms]に1データ

FIFO バッファ

CPUはある程度データが溜まったら、まとめて処理する。

基本的なバッファ管理 (2/3)

- Ping-Pong バッファ
 - 2つのバッファを交互に使う。
 - データ入力と、データ処理をオーバーラップさせるときに有効。
 - FIFO と似たような使い方。
 - 入力と処理のミスマッチ解消。
 - メモリを2倍持つことになる。

外部からの入力

Ping バッファ

Pong バッファ

CPUの処理

基本的なバッファ管理 (3/3)

FIFO中の残データ

max

FIFOの状態

Time

CPUの状態 RUN

Pingバッファの状態 外部入力中

Pongバッファの状態 外部入力中

CPUの状態 RUN

応用問題1

- 入力データ
 - 1[ms]の間に1byte単位で4byteのデータが到着する。
 - 1byte毎の間隔は一定ではない。
 - 4byte/1[ms]は確定、1byte/0.25[ms]は不確定。
- CPUの処理
 - 1回の処理には8byteのデータが必要。
 - 8byteのデータをランダムにアクセスして計算する。
 - 出力は8byte。
- 出力データ
 - タイミング信号に同期して一定の間隔で出力する。
 - 出力単位は1byte。

応用問題1

1ms

入力

CPUの処理

出力

タイミング信号

応用問題1

外部入力

DMAC #1

Ping バッファ

Pong バッファ

DMAC 制御

CPU

割り込み要求

タイミング信号

外部出力

DMAC #2

FIFO バッファ

例題 以下の応用問題 2 を実現する方式を提案せよ

「入力データ」

1[ms]の間に 4*64byte のデータが到着する。

1[ms]の最初に 2*64byte 到着し、最後に 2*64byte 到着する

「CPU の処理」

1 回の処理には 4*64byte のデータが必要、すべてのデータがそろわないと計算を開始できない。

CPU 計算に 0.7ms 程度必要で、結果出力は 4byte。

「出力データ」

1[ms]に 1 回のタイミング信号に同期して 4byte を出力する。

5) シリアル通信インターフェース

1 ビットずつシリアルに通信を行う。

方式の例 : UART (Universal Synchronous Asynchronous Receiver Transmitter) 図 6.16

RS232C、USB、JTAG など調べてみてください。

6) スタックに関する補足

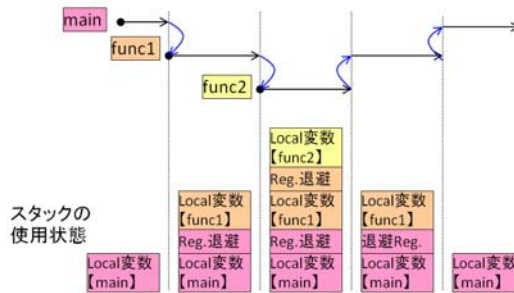
ファンクション・コールとスタック (1/3)

- ファンクションから別ファンクションをコールするのは日常茶飯事


```
int func1(<arg>,<arg>){
//前処理
val = func2(<arg>,<arg>); //ファンクション・コール
//後処理
return(val)
}
```

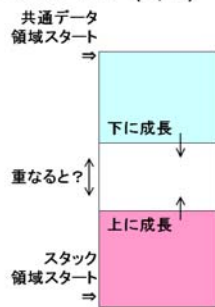
 - func1が「前処理」をした後、func1の実行を中断しfunc2が実行される。
 - func2の実行が終わると、func1の「後処理」を再開する。
- 中断したファンクションを、正しく再開するためには？
 - 途中経過を安全な場所に保存しておく場所が必要。
 - その保存場所が「スタック」と呼ばれるRAM上の領域。
- キーワード
 - CPUのレジスタ(プログラムカウンタ、CPUステータス、汎用レジスタ、etc)
 - 自動変数(ローカル変数)

ファンクション・コールとスタック (2/3)



ファンクション・コールとスタック (3/3)

- スタック破壊の可能性
 - これが起きると暴走
 - デバッグが難しい
 - 避ける手段は？
- PCやLinuxの場合だと
 - OSが領域をプロテクト
 - Core Dumpして終了



以上