

说实话我能够使用的单片机不多，我总是以为无论什么单片机都能开发出好的产品。

前些年用 51，总是向各位大大学习，无休止的索取，在网上狂览一通。心里感激的同时也想奉献一些，可是我会什么？后来使用 avr（公司要求）还是向大大们学习，我又想奉献，

可是我会什么？我会的大大们都写了，我不会的大大们也写了。一个星期前花项目经费买了\*\*\*的 kit 三合一板，最近几天闲了下来，便动手调试一下。算是有点心得，我又想奉献，可是我会什么？

我只是想和大大们交流一下，哪怕是对的或者是错的，大大们满足我的一点心愿吧。

唠叨了这么多，现在开始吧。

配置： stvd ， cosmic

我学单片机开门三砖总是要砸的。

第一砖： 电源系统，这没什么好说的，只是它是 stm8 工作的基础总是要提一下

第二砖： 时钟系统，这等下再说。

第三砖： 复位系统，stm8 只需要一只 104 电容从 reset 脚到地就可以了。

现在说说时钟系统，学习单片机无论 8 位的还是 32 位的，都要从时钟开始，下面是我一开始的时钟切换程序。

```
1   CLK_ECKR |=0X1;   //开启外部时钟

2   while(!(CLK_ECKR&0X2)); //等待外部时钟 rdy

3   CLK_CKDIVR &= 0XF8;   //CPU 无分频

4   CLK_SWR = 0XB4;   //选择外部时钟

5   CLK_SWCR |=0X2;   //使能外部时钟
```

上面的代码看起来没什么问题，可在调试过程中出现了有时能切换，有时有不能的情况，后来发现只要在第 5 行设上断点就能切换，我就想是不是得让 cpu 等一下，我又仔细的翻看下 rm0016 的时钟部分，发现得等待 CLK\_SWCR 的标志位置位才能切换。

就变成了下面的代码

```
CLK_ECKR |=0X1;    //开启外部时钟

while(!(CLK_ECKR&0X2)); //等待外部时钟 rdy

CLK_CKDIVR &= 0XF8;    //CPU 无分频

CLK_SWR = 0XB4;    //选择外部时钟

while(!(CLK_SWCR&0X8)); //这里要等

CLK_SWCR |=0X2;    //使能外部时钟
```

现在一切 ok，是不是觉得看东西要仔细一下~~。顺便说一下，stm8 有三个时钟源的，hse 是外部时钟，hsi 是内部 16mhz 的时钟。Stm8 一启动默认为内部时钟，并且 8 分频。

其实这么处理不是最好的办法，如果外部时钟出了问题，stm8 要傻傻的等待到死。它可以有中断的，在中断中处理一切，包括恢复时钟源，这才是正道，只是我比较懒，不是做正规产品，想都不愿去想。

长长的一篇，没什么内容，请原谅我的唠叨吧。

又想起一句，仔细看手册里的时钟概略图吧，这对你有帮助。

## 第二节：傻的可爱—cosmic 和 time 的事情

使用单片机定时器总是用到的，无论是延时，键盘扫描，显示刷新，还是巨无霸的操作系统。Time1 太过复杂等过些天再说，我是从 time2 开始的，从简单的定时开始吧。

简单的解释一下，time2 是向上计数的，不像 time1 可以双向计数（这对我很有用，我可以使用它的正交编码功能，这正是我学 stm8 的初衷，它可以让我省下一片正交计数器或是一片 cp1d，等过两天从公司借个编码器，调试一下），我们怎么可以达到定时 1ms 的目的哪？

关键是 TIM2\_ARR 这个寄存器，TIM2\_CNTR 是计数到 TIM2\_ARR 就产生更新事件，然后清零从头开始的，看下面的代码。

```
1 CLK_PCKENR1 |=0X20;//开启时钟，stm8的外设时钟可控
2 TIM2_PSCR |=0X3; //DIV8 1US -> 外部晶振 8mhz 除以 8 实现单位时间为 1us
3 TIM2_IER |= 0X1; //允许中断
4 TIM2_ARR = 0X3E7; //关键是这里
5 TIM2_CR1 |= 0X1; //开启定时器
```

这看起来没错，可就是不能实现定时效果，这是为什么？答案出乎我的意料，看汇编代码后才发现，comsic 使用了 ldw 指令，而 ldw 指令是先写低位再写高位的。ARR 寄存器是要求先写高位再写低位的，将第 4 行改为

```
TIM2_ARRH = 0X3; //
```

```
TIM2_ARRL = 0XE7;
```

后，问题解决。用 avr 时 gcc 编译器都给做好了，comsic 很傻很强大。记住这个教训吧，要看编译器手册，不要偷懒，多写一行就多写一行吧。中断部分以后再说。就到这里，明天再聊，这耽误我看小说的时间了，哎，为了 stm8 我已经 4 晚上没看小说了。

### 第三节：ad 的单次转换

说起 ad 我是就头大，不是说 stm8 的 ad 让我头大，而是以前在产品中使用的 ad

老板总是要求越来越高，从 16bit 到 24bit，从逐渐逼近到 sigma ，在电路上克服小信号的采集实在是一件痛苦的事情，至今在 24bit 的采集上只能到 18bit 有效位，有经验的朋友一定要告诉我。

又扯远了，stm8 只是 10bit 的 ad，随使用用就可以了，我从来没指望它能给我出大力气，当然大大们做民品，或是别的要求不高的可以用用。

为什么说单次转换呢？因为简单，因为我懒。看下面的代码吧

```
//这里是初始化
```

```
CLK_PCKENR2 |=0X8; //使能 adc 时钟
```

```
ADC_CSR |=0X3;      //选择通道 3 禁止中断

ADC_CR1 |=0X71;     //使能 ADC, 18 分频

ADC_CR2 |=0X8;      //数据右对齐, low 8BIT  AT  ADC_DRL;
//这里是转换结果

unsigned int x;

    unsigned int x_h;

    ADC_CR1 |=0X1;   //启动转换

    while(!(ADC_CSR&0x80)); //等待转换结束  14 个时钟周期

ADC_CSR &= 0X7F;    //清除中断标志

x = ADC_DRL;        //READ DATA 因为是右对齐所以先读低位

x_h = ADC_DRH;

x_h =( x_h << 8 ) + x;

    return x_h;
```

这次没出什么错，大家失望了吧！哈哈，说点题外话，做 16bit 以上 ad 我认为要注意几点

1. 有一个好的基准
2. 传感器供电最好和基准联动
3. 要有效去除长线干扰，如加屏蔽网，做线阻平衡。
4. 使上两个好的电阻吧，会省很大力气
5. 布线要花大力气，不能瞎布。

其它的还有很多，大大们到网上看吧，前人栽树，后人乘凉。我们即要做前人，也要做后人。

#### 第四节：中断系统和一杯热茶

最近喜欢喝茶，准备去买一套茶具，一个小壶，八个小杯那种。我喜欢

铁观音，浓浓的，滚烫的，直入喉咙。

中断就像一杯浓浓的铁观音，没有操作系统的时候，使用中断吧，一样可以达到实时响应。没有极品龙井，就喝铁观音吧，一样口齿留香。

Stm8 的中断是有优先级的，不是 avr 那种假优先级，是那种低级中断正在处理，高级中断可以终止它的优先级。

我们不说这些，它在不做项目时，离我还很遥远。

说说 comsic 的开中断手段吧看下面的语句

```
_asm("sim"); //这是关中断
```

```
_asm("rim");//这是开中断
```

我刚开始还以为 sim 是开中断，结果定时中断总是进不去。

\_asm() 插入汇编行，多行可以用\n 分割

汇编块可以使用下面格式

```
#asm
```

```
    //汇编代码
```

```
#endasm
```

或者

```
#pragma  asm
```

```
#pragma  endasm
```

Stdv 自带了中断处理文件，在向量表里修改中断号处的函数名，来实现中断发生时程序跳到我们的中断处理程序。

我写了前面关于 time2 的更新中断。

向量表中 irq13 处改成这样 {0x82, TIME2\_UIS}, /\* irq13 \*/

```
@far @interrupt void TIME2_UIS ( void )
```

```
{
```

```
if( ++count>temp)
```

```
{
```

```
count = 0;
```

```
PD_ODR ^=0X1; //LED 翻转
```

```
}
```

```
TIM2_SR1 &=0XFE; //中断标志位，它不会自动清零
```

```
return;
```

```
}
```

Temp 是前面 ad 转换的结果，这里来实现 led 的闪烁频率。@far 是指长指针，@interrupt 指示这是一个中断处理函数。

本来还想说 uart 的中断的，又一想明天我说 uart 的时候说啥。所以还是留在明天再说吧。

茶喝的多，睡眠质量受影响啊。

### 第五节：永恒串口和阶段感言

等说完串口，就要等一些天再和大家见面了，孩子总是和我捣乱，那是我的第一生命。

是我祖祖辈辈的延续。请原谅我的古老，我喜欢传统的，无论是京剧，大鼓还是快板。说起孩子，心情总是愉快的，有一天孩子感冒去医院，医生要验血，临近化验室时，孩子哭闹，妻子哄骗说是妻子验血，等抽完孩子的血孩子哇哇大哭并质问：“为什么你化验抽我的血”我和妻子苦笑。现在想来，孩子那时天真可爱，现在的孩子俨然一副大人模样，他才 4 岁呀，是我做的不好吗？我从来不让他在家做和玩耍无关的事情，包括学习。别家的孩子大都报各种专长班，我从来都阻止妻子去给孩子增加负担。我要他的童年快快乐乐。我要让他童年充满童真，可是我做不到。孩子越来越聪明，越来越成熟，是我们老了吗？

又跑题了，串口，自从我开始开发产品从来没离开过串口。因为我总要和计算机或其他 mcu 说话，而串口是最简单和经济的方式。

传统的也是最难舍弃，stm8 的串口资源很丰厚，都有两个。好些年前，要用双串口除了使用专业芯片外只能选择华邦的芯片，说实话它那时真的很贵。Avr 也有双串口的，所以我一见双串口的芯片，总是兴奋。大概得了串口恐惧症了。

看代码：

```
CLK_PCKENR1 |= 0X08; //开启时钟
```

```
LINUART_BRR2 = 0X1;
```

```
LINUART_BRR1 = 0X1A; //19200BPS
```

```
LINUART_CR2 = 0XAC; //8, n, 1 开启发送和接受中断
```

上面是初始化部分，很是简单自己看看吧。

我接下来要用串口中断做的事情很无聊，我要实现无论串口接收到一个什么数据，都要返回该数据并加发 0x55, 0xaa。实时上这个协议一点用处都没有，我希望大家开发产品的时候有串口协议时，如果资源够用，又不愿自己写时，使用 modobus 协议吧，真的很好用。

下面是中断程序

```
@far @interrupt void USART_TX( void )
{

    switch( status )
    {

case 0:

LINUART_DR = 0X55;

status = 1;

break;
case 1:

LINUART_DR = 0XAA;

status = 2;
break;
case 2:

LINUART_CR2 = 0X2C; //数据空中断只能写 dr 清除，所以只能禁止它

status = 0;
break;

}
}
```

```
        return;
    }

    @far @interrupt void USART_RX(void )
    {

    unsigned char x;

    x = LINUART_DR ;    //读数据自动清除中断标志

    LINUART_DR = x;    //同时清除发送空中断标志

    LINUART_CR2 = 0XAC;//所以可以打开发送空中断了

    status = 0;

        return;
    }
```

同样在向量表中改成这样

```
    {0x82, USART_TX}, /* irq20 */
    {0x82, USART_RX}, /* irq21 */
```

在这个简单的基础上，就可以开发自己的协议了。我用串口只使用这么多功能，别的如 lin, idra, 或是别的都是以后的事了。

和兄弟们说声再见，下次在写时就是正交编码和 spi 了。

## 第五节： 正交编码和疑惑

今天去公司，找遍了废品堆都没有找到一只编码器，没办法只好从半成

品上 拆下来一个，大家不要说是我做的，不然老板会很生气。

正交计数方法很多，软件的，cpld的，芯片的都可以，但cpu上集成了我们为什么不用，我没理由不选带正交功能的stm8，因为他是8bit的，因为他价格据说很便宜，32bit的cpu大多是带这个功能的包括dsp，我总是说在我的产品里他是大马，我的产品是小车，其实是不愿去啃32bit的大部头。写完这篇我下定决心要使用stm32了

到时候兄弟们一定要帮助我，就当是扶贫吧。

\*\*\*的三合板使用的芯片是s207s8t6，44脚的，time1的两个输入段为pc1，和pc2，我将编码器的a，b相分别接在PC1,PC2上。接上VCC和gnd，电路的工作

算是完成，接下来都是软件的工作。

在此之前看看stm32的正交编码接口应用笔记吧，上面对原理描述的很清楚，比我说的要有条理，我就不说了。看下面的代码

```
//下面是初始化部分
CLK_PCKENR1 |=0X80; //开启time1时钟

TIM1_SMCR |= 0X3;    //工作在编码器模式3

TIM1_CCMR1 |= 0X1;   //CC1 MAP TI1FP1   CH1

TIM1_CCMR2 |= 0X1;  //CC2 MAP   TI2FP2   CH2

TIM1_ARRH = 0XEA;   // 60000 产生溢出

TIM1_ARRL = 0X60;

TIM1_IER |=0X1;    //开中断

TIM1_CNTR = cnt_start = 30000; //我要有个大的初始化值
                                //正好是满量程的一半

TIM1_CR1 =0X1;     //启动计数
```

通过上面简单的配置，time1正是工作了，旋动编码器，可以看到TIM1\_CNTR的数据变动，我的1000线编码每转一圈产生4000个数。

在我的中断和主程序里做了处理，可计数范围扩展到32bit，算是基本

达到了我的要求。有一件事要说一下，读 TIM1\_CNTR 时要先读高位，再读低位。

Stm8 的工作告一段落，本来还要写 spi 的，可是还要搭外围电路，等一些天吧，我把 ad7705 接上，手中有十几片闲置的。

今天无意中在中断里做了 long 型数据加法，编译时居然出错，翻了翻编译器手册，没找到原因，希望知道的朋友告诉我一声。

没有使用意法的库，是因为我觉得使用它不利于入门，虽然它结构优美。做项目的时候再用吧。

## STM8 的 C 语言编程（1）——基本程序与启动代码分析

现在几乎所有的单片机都能用 C 语言编程了，采用 C 语言编程确实能带来很多好处，至少可读性比汇编语言强多了。

在 STM8 的开发环境中，可以通过新建一个工程，自动地建立起一个 C 语言的框架，生成后开发环境会自动生成 2 个 C 语言的程序，一个是 main.c，另一个是 stm8\_interrupt\_vector.c。main.c 中就是一个空的 main() 函数，如下所示：

```
/* MAIN.C file
 *
 * Copyright (c) 2002-2005 STMicroelectronics
 */

main()
{
    while (1);
}
```

而在 stm8\_interrupt\_vector.c 中，就是声明了对应该芯片的中断向量，如下所示：

```
/* BASIC INTERRUPT VECTOR TABLE FOR STM8 devices
 * Copyright (c) 2007 STMicroelectronics
 */

typedef void @far (*interrupt_handler_t)(void);
```

```
struct interrupt_vector {
    unsigned char interrupt_instruction;
    interrupt_handler_t interrupt_handler;
};

@far @interrupt void NonHandledInterrupt (void)
{
    /* in order to detect unexpected events during development,
       it is recommended to set a breakpoint on the following instruction
    */
    return;
}

extern void _stext(); /* startup routine */

struct interrupt_vector const _vectab[] = {
    {0x82, (interrupt_handler_t)_stext}, /* reset */
    {0x82, NonHandledInterrupt}, /* trap */
    {0x82, NonHandledInterrupt}, /* irq0 */
    {0x82, NonHandledInterrupt}, /* irq1 */
    {0x82, NonHandledInterrupt}, /* irq2 */
    {0x82, NonHandledInterrupt}, /* irq3 */
    {0x82, NonHandledInterrupt}, /* irq4 */
    {0x82, NonHandledInterrupt}, /* irq5 */
    {0x82, NonHandledInterrupt}, /* irq6 */
    {0x82, NonHandledInterrupt}, /* irq7 */
    {0x82, NonHandledInterrupt}, /* irq8 */
    {0x82, NonHandledInterrupt}, /* irq9 */
    {0x82, NonHandledInterrupt}, /* irq10 */
    {0x82, NonHandledInterrupt}, /* irq11 */
    {0x82, NonHandledInterrupt}, /* irq12 */
    {0x82, NonHandledInterrupt}, /* irq13 */
    {0x82, NonHandledInterrupt}, /* irq14 */
    {0x82, NonHandledInterrupt}, /* irq15 */
    {0x82, NonHandledInterrupt}, /* irq16 */
    {0x82, NonHandledInterrupt}, /* irq17 */
    {0x82, NonHandledInterrupt}, /* irq18 */
}
```

```

{0x82, NonHandledInterrupt}, /* irq19 */
{0x82, NonHandledInterrupt}, /* irq20 */
{0x82, NonHandledInterrupt}, /* irq21 */
{0x82, NonHandledInterrupt}, /* irq22 */
{0x82, NonHandledInterrupt}, /* irq23 */
{0x82, NonHandledInterrupt}, /* irq24 */
{0x82, NonHandledInterrupt}, /* irq25 */
{0x82, NonHandledInterrupt}, /* irq26 */
{0x82, NonHandledInterrupt}, /* irq27 */
{0x82, NonHandledInterrupt}, /* irq28 */
{0x82, NonHandledInterrupt}, /* irq29 */
};

```

在 `stm8_interrupt_vector.c` 中，除了定义了中断向量表外，还定义了空的中断服务程序，用于那些不用的中断。当然在自动建立时，所有的中断服务都是空的，因此，除了第 1 个复位的向量外，其它都指向那个空的中断服务函数。

生成框架后，就可以用 **Build** 菜单下的 **Rebuild All** 对项目进行编译和连接，生成所需的目標文件，然后就可以加载到 STM8 的芯片中，这里由于 `main()` 函数是一个空函数，因此没有任何实际的功能。不过我们可以把这个框架对应的汇编代码反出来，看看 C 语言生成的代码，这样可以更深入地了解 C 语言编程的特点。

生成的代码包括 4 个部分，如图 1、图 2、图 3、图 4 所示。

```

0x8000 <__vectab>          0x82008083      INT    0x008083      INT    __stext
0x8004 <__vectab+4>       0x820080D0      INT    0x0080D0      INT    NonHandledInterrupt
0x8008 <__vectab+8>       0x820080D0      INT    0x0080D0      INT    NonHandledInterrupt
0x800c <__vectab+12>      0x820080D0      INT    0x0080D0      INT    NonHandledInterrupt
0x8010 <__vectab+16>      0x820080D0      INT    0x0080D0      INT    NonHandledInterrupt
0x8014 <__vectab+20>      0x820080D0      INT    0x0080D0      INT    NonHandledInterrupt
0x8018 <__vectab+24>      0x820080D0      INT    0x0080D0      INT    NonHandledInterrupt
0x801c <__vectab+28>      0x820080D0      INT    0x0080D0      INT    NonHandledInterrupt
0x8020 <__vectab+32>      0x820080D0      INT    0x0080D0      INT    NonHandledInterrupt
0x8024 <__vectab+36>      0x820080D0      INT    0x0080D0      INT    NonHandledInterrupt
0x8028 <__vectab+40>      0x820080D0      INT    0x0080D0      INT    NonHandledInterrupt
0x802c <__vectab+44>      0x820080D0      INT    0x0080D0      INT    NonHandledInterrupt
0x8030 <__vectab+48>      0x820080D0      INT    0x0080D0      INT    NonHandledInterrupt
0x8034 <__vectab+52>      0x820080D0      INT    0x0080D0      INT    NonHandledInterrupt
0x8038 <__vectab+56>      0x820080D0      INT    0x0080D0      INT    NonHandledInterrupt
0x803c <__vectab+60>      0x820080D0      INT    0x0080D0      INT    NonHandledInterrupt
0x8040 <__vectab+64>      0x820080D0      INT    0x0080D0      INT    NonHandledInterrupt
0x8044 <__vectab+68>      0x820080D0      INT    0x0080D0      INT    NonHandledInterrupt
0x8048 <__vectab+72>      0x820080D0      INT    0x0080D0      INT    NonHandledInterrupt
0x804c <__vectab+76>      0x820080D0      INT    0x0080D0      INT    NonHandledInterrupt
0x8050 <__vectab+80>      0x820080D0      INT    0x0080D0      INT    NonHandledInterrupt
0x8054 <__vectab+84>      0x820080D0      INT    0x0080D0      INT    NonHandledInterrupt
0x8058 <__vectab+88>      0x820080D0      INT    0x0080D0      INT    NonHandledInterrupt
0x805c <__vectab+92>      0x820080D0      INT    0x0080D0      INT    NonHandledInterrupt
0x8060 <__vectab+96>      0x820080D0      INT    0x0080D0      INT    NonHandledInterrupt
0x8064 <__vectab+100>     0x820080D0      INT    0x0080D0      INT    NonHandledInterrupt
0x8068 <__vectab+104>     0x820080D0      INT    0x0080D0      INT    NonHandledInterrupt
0x806c <__vectab+108>     0x820080D0      INT    0x0080D0      INT    NonHandledInterrupt
0x8070 <__vectab+112>     0x820080D0      INT    0x0080D0      INT    NonHandledInterrupt
0x8074 <__vectab+116>     0x820080D0      INT    0x0080D0      INT    NonHandledInterrupt
0x8078 <__vectab+120>     0x820080D0      INT    0x0080D0      INT    NonHandledInterrupt
0x807c <__vectab+124>     0x820080D0      INT    0x0080D0      INT    NonHandledInterrupt

```

图 1

0x8080 <__idesc__>	0x80	DATA
0x8081 <__idesc__+1>	0x83	DATA
0x8082 <__idesc__+2>	0x00	DATA

图 2

0x8083 <__stext>	0xAE0FFF	LDW X,#0xffff	LDW X,#0xffff
0x8086 <__stext+3>	0x94	LDW SP,X	LDW SP,X
0x8087 <__stext+4>	0x90CE8080	LDW Y,0x8080	LDW Y,__idesc__
0x808b <__stext+8>	0xAE8082	LDW X,#0x8082	LDW X,#0x8082
0x808e <__stext+11>	0xF6	LD A,(X)	LD A,(X)
0x808f <__stext+12>	0x2720	JREQ 0x80b1	JREQ 0x80b1
0x8091 <__stext+14>	0xA560	BCP A,#0x60	BCP A,#0x60
0x8093 <__stext+16>	0x2717	JREQ 0x80ac	JREQ 0x80ac
0x8095 <__stext+18>	0xBF00	LDW 0x00,X	LDW 0x00,X
0x8097 <__stext+20>	0xEE03	LDW X,(0x03,X)	LDW X,(0x03,X)
0x8099 <__stext+22>	0xBF03	LDW 0x03,X	LDW c_y,X
0x809b <__stext+24>	0xBE00	LDW X,0x00	LDW X,0x00
0x809d <__stext+26>	0xEE01	LDW X,(0x01,X)	LDW X,(0x01,X)
0x809f <__stext+28>	0x90F6	LD A,(Y)	LD A,(Y)
0x80a1 <__stext+30>	0xF7	LD (X),A	LD (X),A
0x80a2 <__stext+31>	0x5C	INCW X	INCW X
0x80a3 <__stext+32>	0x905C	INCW Y	INCW Y
0x80a5 <__stext+34>	0x90B303	CPW Y,0x03	CPW Y,c_y
0x80a8 <__stext+37>	0x26F5	JRNE 0x809f	JRNE 0x809f
0x80aa <__stext+39>	0xBE00	LDW X,0x00	LDW X,0x00
0x80ac <__stext+41>	0x1C0005	ADDW X,#0x0005	ADDW X,#0x0005
0x80af <__stext+44>	0x20DD	JRT 0x808e	JRT 0x808e
0x80b1 <__stext+46>	0xAE0000	LDW X,#0x0000	LDW X,#0x0000
0x80b4 <__stext+49>	0x2002	JRT 0x80b8	JRT 0x80b8
0x80b6 <__stext+51>	0xF7	LD (X),A	LD (X),A
0x80b7 <__stext+52>	0x5C	INCW X	INCW X
0x80b8 <__stext+53>	0xA30006	CPW X,#0x0006	CPW X,#0x0006
0x80bb <__stext+56>	0x26F9	JRNE 0x80b6	JRNE 0x80b6
0x80bd <__stext+58>	0xAE0100	LDW X,#0x0100	LDW X,#0x0100
0x80c0 <__stext+61>	0x2002	JRT 0x80c4	JRT 0x80c4
0x80c2 <__stext+63>	0xF7	LD (X),A	LD (X),A
0x80c3 <__stext+64>	0x5C	INCW X	INCW X
0x80c4 <__stext+65>	0xA30100	CPW X,#0x0100	CPW X,#0x0100
0x80c7 <__stext+68>	0x26F9	JRNE 0x80c2	JRNE 0x80c2
0x80c9 <__stext+70>	0xCD80CE	CALL 0x80ce	CALL main
0x80cc <_exit>	0x20FE	JRT 0x80cc	JRT _exit

图 3

main.c:9	while (1);		
0x80ce <main>	0x20FE	JRT 0x80ce	JRT main
rupt_vector.c:17	return;		
0x80d0 <.nHandledInterrupt>	0x80	IRET	

图 4

图 1 显示的是从内存地址 8000H 开始的中断向量表，中断向量表中的第 1 行 82008083 H 为复位后单片机运行的第 1 跳指令的地址。从表中可以看出，单片机复位后，将从 8083 H 开始运行。其它行的中断向量都指向同一个位置的中断服务程序 80D0H。

图 2 显示的是 3 个字节，前 2 个字节 8083H 为复位后的第 1 条指令的地址，第 3 个字节是一个常量 0，后面的启动代码要用到。

图 3 显示的是启动代码，启动代码中除了初始化堆栈指针外，就是初始化 RAM 单元。由于目前是一个空的框架，因此在初始化完堆栈指针（设置成 0FFFH）后，由于 8082H 单元

的内容为 0，因此程序就跳到了 80B1H，此处是一个循环，将 RAM 单元从 0 到 5 初始化成 0。然后由于寄存器 X 设置成 0100H，就直接通过 CALL main 进入 C 的 main()函数。

图 4 显示的是 main()函数和中断服务函数，main()函数对应的代码就是一个无限的循环，而中断服务函数就一条指令，即中断返回指令。

通过分析，可以看出用 C 语言编程时，比汇编语言编程时，就是多出了一段启动代码。

## STM8 的 C 语言编程（2）—— 变量空间的分配

采用 C 这样的高级语言，其实可以不用关心变量在存储器空间中是如何具体分配的。但如果了解如何分配，对编程还是有好处的，尤其是在调试时。

例如下面的程序定义了全局变量数组 buffer 和一个局部变量 i，在 RAM 中如何分配的呢？

```
/* MAIN.C file
 *
 * Copyright (c) 2002-2005 STMicroelectronics
 */

unsigned char buffer[10]; // 定义全局变量

main()
{
    unsigned char i; // 定义局部变量

    for(i=0;i<10;i++)
    {
        buffer[i] = 0x55;
    }
}
```

我们可以通过 DEBUG 中的反汇编窗口，看到如下的对应代码：

0x80ce <main>	0x88	PUSH A	PUSH A
main.c:12	for(i=0;i<10;i++)		
0x80cf <main+1>	0x0F01	CLR (0x01,SP)	CLR (i,SP)
main.c:14	buffer[i] = 0x55;		
0x80d1 <main+3>	0x7B01	LD A,(0x01,SP)	LD A,(0x01,SP)
0x80d3 <main+5>	0x5F	CLRw X	CLRw X
0x80d4 <main+6>	0x97	LD XL,A	LD XL,A
0x80d5 <main+7>	0xA655	LD A,#0x55	LD A,#0x55
0x80d7 <main+9>	0xE700	LD (0x00,X),A	LD (0x00,X),A
main.c:12	for(i=0;i<10;i++)		
0x80d9 <main+11>	0x0C01	INC (0x01,SP)	INC (i,SP)
main.c:12	for(i=0;i<10;i++)		
0x80db <main+13>	0x7B01	LD A,(0x01,SP)	LD A,(0x01,SP)
0x80dd <main+15>	0xA10A	CP A,#0x0a	CP A,#0x0a
0x80df <main+17>	0x25F0	JRC 0x80d1	JRC 0x80d1
main.c:16	}		
0x80e1 <main+19>	0x84	POP A	POP A
0x80e2 <main+20>	0x81	RET	RET

从这段代码中可以看到，全局变量 `buffer` 被分配到空间从地址 `0000H` 到 `0009H`。而局部变量 `i` 则在堆栈空间中分配，通过 `PUSH A` 指令，将堆栈指针减 1，腾出一个字节的空间，而 `SP+1` 指向的空间就是分配给局部变量使用的空间。

由此可以得出初步的结论，对于全局变量，内存分配是从低地址 `0000H` 开始向上分配的。而局部变量则是在堆栈空间中分配。

另外从上一篇文章中，可以知道堆栈指针初始化为 `0FFFH`。而根据 `PUSH` 指令的定义，当压栈后堆栈指针减 1。因此堆栈是从上往下使用的。

因此根据内存分配和堆栈使用规则，我们在程序设计时，不能定义过多的变量，免得没有空间给堆栈使用。换句话说，当定义变量时，一定要考虑到堆栈空间，尤其是那些复杂的系统，程序调用层数多，这样就会占用大量的堆栈空间。

总之，在单片机的程序设计时，由于 `RAM` 空间非常有限，要充分考虑到全局变量、局部变量、程序调用层数和中断服务调用对空间的占用。

## STM8 的 C 语言编程（3） —— GPIO 输出

与前些日子写的用汇编语言进行的实验一样，从今天开始，要在 `ST` 的三合一开发板上，用 `C` 语言编写程序，进行一系列的实验。

首先当然从最简单的 `LED` 指示灯闪烁的实验开始。

开发板上的 `LED1` 接在 `STM8` 的 `PD3` 上，因此要将 `PD3` 设置成输出模式，为了提高高电平时的输出电流，要将其设置成推挽输出方式。这主要通过设置对应的 `DDR/CR1/CR2` 寄存器实现。

利用 `ST` 的开发工具，先生成一个 `C` 语言程序的框架，然后修改其中的 `main.c`，修改后的代码如下。

编译通过后，下载到开发板，运行程序，可以看到 `LED1` 在闪烁，且闪烁的频率为 `5HZ`。

```
/* MAIN.C file
```

```
*
```

```
* Copyright (c) 2002-2005 STMicroelectronics
*/

#include "STM8S207C_S.h"

// 函数功能: 延时函数
// 输入参数: ms -- 要延时的毫秒数, 这里假设 CPU 的主频为 2MHZ
// 输出参数: 无
// 返回值: 无
// 备注: 无
void DelayMS(unsigned int ms)
{
    unsigned char i;
    while(ms != 0)
    {
        for(i=0;i<250;i++)
        {
        }
        for(i=0;i<75;i++)
        {
        }
        ms--;
    }
}

// 函数功能: 主函数
//      初始化 GPIO 端口 PD3, 驱动 PD3 为高电平和低电平
// 输入参数: ms -- 要延时的毫秒数, 这里假设 CPU 的主频为 2MHZ
// 输出参数: 无
// 返回值: 无
// 备注: 无
main()
{
    PD_DDR = 0x08;
    PD_CR1 = 0x08;          // 将 PD3 设置成推挽输出
    PD_CR2 = 0x00;
    while(1)
    {
```

```
PD_ODR = PD_ODR | 0x08; // 将 PD3 的输出设置成 1
DelayMS(100);          // 延时 100MS
PD_ODR = PD_ODR & 0xF7; // 将 PD3 的输出设置成 0
DelayMS(100);          // 延时 100MS
}
}
```

需要注意的是，当生成完框架后，为了能方便使用 STM8 的寄存器名字，必须包括 STM8 S207C\_S.h，最好将该文件复制到 C:\Program Files\STMicroelectronics\st\_toolset\include 目录下，拷贝到工程目录下。或者将该路径填写到该工程的 Settings... 中的 C Compiler 选项 Preprocessor 的 Additional include 中，这样编译时才会找到该文件。

## STM8 的 C 语言编程（4） —— GPIO 输出和输入

今天要进行的实验，是利用 GPIO 进行输入和输出。在 ST 的三合一开发板上，按键接在 GPIO 的 PD7 上，LED 接在 GPIO 的 PD3 上，因此我们要将 GPIO 的 PD7 初始化成输入，PD3 初始化成输出。

关于 GPIO 的引脚设置，主要是要初始化方向寄存器 DDR，控制寄存器 1（CR1）和控制寄存器 2（CR2），寄存器的每一位对应 GPIO 的每一个引脚。具体的设置功能定义如下：

DDR	CR1	CR2	引脚设置
0	0	0	悬浮输入
0	0	1	上拉输入
0	1	0	中断悬浮输入
0	1	1	中断上拉输入
1	0	0	开漏输出
1	1	0	推挽输出
1	X	1	输出（最快速度为 10MHZ）

另外，输出引脚对应的寄存器为 ODR，输入引脚对应的寄存器为 IDR。

下面的程序是检测按键的状态，当按键按下时，点亮 LED，当按键抬起时，熄灭 LED。同样也是利用 ST 的开发工具，先生成一个 C 语言程序的框架，然后修改其中的 main.c，修改后的代码如下。

编译通过后，下载到开发板，运行程序，按下按键，LED 就点亮，抬起按键，LED 就熄灭了。

另外，要注意，将 STM8S207C\_S.h 拷贝到当前项目的目录下。

```
// 程序描述：检测开发板上的按键，若按下，则点亮 LED，若抬起，则熄灭 LED
//      按键接在 MCU 的 GPIO 的 PD7 上
//      LED 接在 MCU 的 GPIO 的 PD3 上

#include "STM8S207C_S.h"

main()
{
    PD_DDR = 0x08;
    PD_CR1 = 0x08;      // 将 PD3 设置成推挽输出
    PD_CR2 = 0x00;

    while(1)          // 进入无限循环
    {
        if((PD_IDR & 0x80) == 0x80) // 读入 PD7 的引脚信号
        {
            PD_ODR = PD_ODR & 0xF7; // 如果 PD7 为 1，则将 PD3 的输出设置成 0，熄灭
LED
        }
        else
        {
            PD_ODR = PD_ODR | 0x08; // 否则，将 PD3 的输出设置成 1，点亮 LED
        }
    }
}
```

在 STM8 单片机中，有多种定时器资源，既有 8 位的定时器，也有普通的 16 位定时器，还有高级的定时器。今天的实验是用最简单的 8 位定时器 TIM4 来进行延时，然后驱动 LED 闪烁。为了简单起见，这里是通过程序查询定时器是否产生更新事件，来判断定时器的延时是否结束。

同样还是利用 ST 的开发工具，生成一个 C 程序的框架，然后修改其中的 main.c，修改后的代码如下。

编译通过后，下载到开发板，运行程序，可以看到 LED 在闪烁，或者用示波器可以在 LED 引脚上看到方波。

在这里要特别提醒的是，从 ST 给的手册上看，这个定时器中的计数器是一个加 1 计数器，但本人在实验过程中感觉不太对，经过反复的实验，我认为应该是一个减 1 计数器（也许是我拿的手册不对，或许是理解上有误）。例如，当给定时器中的自动装载寄存器装入 255 时，产生的方波频率最小，就象下面代码中计算的那样，产生的方波频率为 30HZ 左右。若初始化时给自动装载寄存器装入 1，则产生的方波频率最大，大约为 3.9K 左右。也就是说实际的分频数为 ARR 寄存器的值+1。

```
// 程序描述：通过初始化定时器 4，进行延时，驱动 LED 闪烁
```

```
// LED 接在 MCU 的 GPIO 的 PD3 上
```

```
#include "STM8S207C_S.h"
```

```
main()
```

```
{
```

```
    // 首先初始化 GPIO
```

```
    PD_DDR = 0x08;
```

```
    PD_CR1 = 0x08;          // 将 PD3 设置成推挽输出
```

```
    PD_CR2 = 0x00;
```

```
    // 然后初始化定时器 4
```

```
    TIM4_IER = 0x00;        // 禁止中断
```

```
    TIM4_EGR = 0x01;        // 允许产生更新事件
```

```
    TIM4_PSCR = 0x07;        // 计数器时钟=主时钟/128=2MHZ/128
```

```
                            // 相当于计数器周期为 64uS
```

```
        TIM4_ARR = 255;      // 设定重载时的寄存器值，255 是最大值
```

```
    TIM4_CNTR = 255;        // 设定计数器的初值
```

```
                            // 定时周期=(ARR+1)*64=16320uS
```

```
    TIM4_CR1 = 0x01;        // b0 = 1,允许计数器工作
```

```
                            // b1 = 0,允许更新
```

```
                            // 设置控制器，启动定时器
```

```
while(1)          // 进入无限循环
{
    while((TIM4_SR1 & 0x81) == 0x00);    // 等待更新标志
    TIM4_SR1 = 0x00;                    // 清除更新标志
    PD_ODR = PD_ODR ^ 0x08;            // LED 驱动信号取反
                                        // LED 闪烁频率=2MHZ/128/255/2=30.63
}
}
```

## STM8 的 C 语言编程（6）——8 位定时器应用之二

今天进行的实验依然是用定时器 4，只不过改成了用中断方式来实现，由定时器 4 的中断服务程序来驱动 LED 的闪烁。

实现中断方式的关键点有几个，第一个关键点就是要打开定时器 4 的中断允许位，在定时器 4 的 IER 寄存器中有定义。第二个关键点，就是打开 CPU 的全局中断允许位，在汇编语言中，就是执行 RIM 指令，在 C 语言中，用下列语句实现：

```
_asm("rim");
```

第 3 个关键点就是中断服务程序的框架或写法，中断服务程序的写法如下：

```
@far @interrupt void TIM4_UPD_OVF_IRQHandler (void)
{
    // 下面是中断服务程序的实体
}
```

第 4 个关键点就是要设置中断向量，即将中断服务程序的入口填写到中断向量表中，如下所示，将 IRQ23 对应的中断服务程序的入口填写成 TIM4\_UPD\_OVF\_IRQHandler

```
struct interrupt_vector const _vectab[] = {
    {0x82, (interrupt_handler_t)_stext}, /* reset */
    {0x82, NonHandledInterrupt}, /* trap */
    {0x82, NonHandledInterrupt}, /* irq0 */
    {0x82, NonHandledInterrupt}, /* irq1 */
    {0x82, NonHandledInterrupt}, /* irq2 */
    {0x82, NonHandledInterrupt}, /* irq3 */
    {0x82, NonHandledInterrupt}, /* irq4 */
    {0x82, NonHandledInterrupt}, /* irq5 */
    {0x82, NonHandledInterrupt}, /* irq6 */
}
```

```
{0x82, NonHandledInterrupt}, /* irq7 */
{0x82, NonHandledInterrupt}, /* irq8 */
{0x82, NonHandledInterrupt}, /* irq9 */
{0x82, NonHandledInterrupt}, /* irq10 */
{0x82, NonHandledInterrupt}, /* irq11 */
{0x82, NonHandledInterrupt}, /* irq12 */
{0x82, NonHandledInterrupt}, /* irq13 */
{0x82, NonHandledInterrupt}, /* irq14 */
{0x82, NonHandledInterrupt}, /* irq15 */
{0x82, NonHandledInterrupt}, /* irq16 */
{0x82, NonHandledInterrupt}, /* irq17 */
{0x82, NonHandledInterrupt}, /* irq18 */
{0x82, NonHandledInterrupt}, /* irq19 */
{0x82, NonHandledInterrupt}, /* irq20 */
{0x82, NonHandledInterrupt}, /* irq21 */
{0x82, NonHandledInterrupt}, /* irq22 */
{0x82, TIM4_UPD_OVF_IRQHandler},/* irq23 */
{0x82, NonHandledInterrupt}, /* irq24 */
{0x82, NonHandledInterrupt}, /* irq25 */
{0x82, NonHandledInterrupt}, /* irq26 */
{0x82, NonHandledInterrupt}, /* irq27 */
{0x82, NonHandledInterrupt}, /* irq28 */
{0x82, NonHandledInterrupt}, /* irq29 */
};
```

解决了以上 4 个关键点，我们就能很轻松地用 C 语言实现中断服务了。

同样还是利用 ST 的开发工具，生成一个 C 程序的框架，然后修改其中的 main.c，修改后的代码如下。另外还要修改 stm8\_interrupt\_vector.c。

编译通过后，下载到开发板，运行程序，可以看到 LED 在闪烁，或者用示波器可以在 LED 引脚上看到方波。

修改后的 main.c 如下：

```
// 程序描述：通过初始化定时器 4，以中断方式驱动 LED 闪烁
//          LED 接在 MCU 的 GPIO 的 PD3 上
```

```
#include "STM8S207C_S.h"
```

```
main()
```

```
{
```

```
// 首先初始化 GPIO
PD_DDR = 0x08;
PD_CR1 = 0x08;      // 将 PD3 设置成推挽输出
PD_CR2 = 0x00;

// 然后初始化定时器 4
TIM4_IER = 0x00;    // 禁止中断
TIM4_EGR = 0x01;    // 允许产生更新事件
TIM4_PSCR = 0x07;   // 计数器时钟=主时钟/128=2MHZ/128
                    // 相当于计数器周期为 64uS
        TIM4_ARR = 255;      // 设定重载时的寄存器值, 255 是最大值
TIM4_CNTR = 255;    // 设定计数器的初值
                    // 定时周期=(ARR+1)*64=16320uS
TIM4_CR1 = 0x01;    // b0 = 1,允许计数器工作
                    // b1 = 0,允许更新
                    // 设置控制器, 启动定时器
TIM4_IER = 0x01;    // 允许更新中断
_asm("rim");        // 允许 CPU 全局中断

while(1)            // 进入无限循环
{
}
}

// 函数功能: 定时器 4 的更新中断服务程序
// 输入参数: 无
// 输出参数: 无
// 返回值: 无
@far @interrupt void TIM4_UPD_OVF_IRQHandler (void)
{
    TIM4_SR1 = 0x00;    // 清除更新标志
    PD_ODR = PD_ODR ^ 0x08; // LED 驱动信号取反
                    //LED 闪烁频率=2MHZ/128/255/2=30.63
}

修改后的 stm8_interrupt_vector.c 如下:
/* BASIC INTERRUPT VECTOR TABLE FOR STM8 devices
 * Copyright (c) 2007 STMicroelectronics
 */
```

```
typedef void @far (*interrupt_handler_t)(void);

struct interrupt_vector {
    unsigned char interrupt_instruction;
    interrupt_handler_t interrupt_handler;
};

@far @interrupt void NonHandledInterrupt (void)
{
    /* in order to detect unexpected events during development,
       it is recommended to set a breakpoint on the following instruction
    */
    return;
}

extern void _stext(); /* startup routine */
extern @far @interrupt void TIM4_UPD_OVF_IRQHandler (void);

struct interrupt_vector const _vectab[] = {
    {0x82, (interrupt_handler_t)_stext}, /* reset */
    {0x82, NonHandledInterrupt}, /* trap */
    {0x82, NonHandledInterrupt}, /* irq0 */
    {0x82, NonHandledInterrupt}, /* irq1 */
    {0x82, NonHandledInterrupt}, /* irq2 */
    {0x82, NonHandledInterrupt}, /* irq3 */
    {0x82, NonHandledInterrupt}, /* irq4 */
    {0x82, NonHandledInterrupt}, /* irq5 */
    {0x82, NonHandledInterrupt}, /* irq6 */
    {0x82, NonHandledInterrupt}, /* irq7 */
    {0x82, NonHandledInterrupt}, /* irq8 */
    {0x82, NonHandledInterrupt}, /* irq9 */
    {0x82, NonHandledInterrupt}, /* irq10 */
    {0x82, NonHandledInterrupt}, /* irq11 */
    {0x82, NonHandledInterrupt}, /* irq12 */
    {0x82, NonHandledInterrupt}, /* irq13 */
    {0x82, NonHandledInterrupt}, /* irq14 */
    {0x82, NonHandledInterrupt}, /* irq15 */
}
```

```
{0x82, NonHandledInterrupt}, /* irq16 */
{0x82, NonHandledInterrupt}, /* irq17 */
{0x82, NonHandledInterrupt}, /* irq18 */
{0x82, NonHandledInterrupt}, /* irq19 */
{0x82, NonHandledInterrupt}, /* irq20 */
{0x82, NonHandledInterrupt}, /* irq21 */
{0x82, NonHandledInterrupt}, /* irq22 */
{0x82, TIM4_UPD_OVF_IRQHandler}, /* irq23 */
{0x82, NonHandledInterrupt}, /* irq24 */
{0x82, NonHandledInterrupt}, /* irq25 */
{0x82, NonHandledInterrupt}, /* irq26 */
{0x82, NonHandledInterrupt}, /* irq27 */
{0x82, NonHandledInterrupt}, /* irq28 */
{0x82, NonHandledInterrupt}, /* irq29 */
};
```

## STM8 的 C 语言编程（7）——16 位定时器的中断应用

在 STM8 中，除了有 8 位的定时器外，还有 16 位的定时器。今天进行的实验就是针对 16 位定时器 2 来进行的。除了计数单元为 16 位的，其它设置与前面 8 位的定时器基本一样。下面的程序也是采样中断方式，由定时器 2 的中断服务程序来驱动 LED 的闪烁。具体的程序代码如下，其它注意点见上一篇，另外要注意别忘了修改相应的中断向量。

```
// 程序描述：通过初始化定时器 2，以中断方式驱动 LED 闪烁
//          LED 接在 MCU 的 GPIO 的 PD3 上

#include "STM8S207C_S.h"

main()
{
    // 首先初始化 GPIO
    PD_DDR = 0x08;
    PD_CR1 = 0x08;          // 将 PD3 设置成推挽输出
    PD_CR2 = 0x00;

    // 然后初始化定时器 4
    TIM2_IER = 0x00;       // 禁止中断
```

```
TIM2_EGR = 0x01;      // 允许产生更新事件
TIM2_PSCR = 0x01;     // 计数器时钟=主时钟/128=2MHZ/2
                        // 相当于计数器周期为 1uS

// 设定重载时的寄存器值

// 注意必须保证先写入高 8 位，再写入低 8 位
TIM2_ARRH = 0xEA;     // 设定重载时的寄存器的高 8 位
TIM2_ARRL = 0x60;

TIM2_CNTRH = 0xEA;    // 设定计数器的初值
TIM2_CNTRL = 0x60;
                    // 定时周期=1*60000=60000uS=60ms

TIM2_CR1 = 0x01;     // b0 = 1,允许计数器工作
                    // b1 = 0,允许更新
                    // 设置控制器，启动定时器
TIM2_IER = 0x01;     // 允许更新中断
_asm("rim");         // 允许 CPU 全局中断

while(1)             // 进入无限循环
{
}
}

// 函数功能：定时器 4 的更新中断服务程序
// 输入参数：无
// 输出参数：无
// 返回值：无
@far @interrupt void TIM2_UPD_IRQHandler (void)
{
TIM2_SR1 = 0x00;     // 清除更新标志
PD_ODR = PD_ODR ^ 0x08; // LED 驱动信号取反
                    //LED 闪烁频率=2MHZ/2/60000/2=8.3
}
}
```

## STM8 的 C 语言编程（8）—— UART 应用

串口通讯也是单片机应用中经常要用到，今天的实验就是利用 STM8 的 UART 资源，来进行串口通讯的实验。

实验程序的功能是以中断方式接收串口数据，然后将接收到的数据以查询方式发送到串口。程序代码如下，首先要对 STM8 的 UART 进行初始化，初始化时要注意的是波特率寄存器的设置，当求出一个波特率的分频系数（一个 16 位的数）后，要将高 4 位和低 4 位写到 BRR2 中，而将中间的 8 位写到 BRR1 中，并且必须是先写 BRR2，再写 BRR1。

同样也是利用 ST 的开发工具，生成一个 C 语言的框架，然后修改其中的 main.c，同时由于需要用到中断服务，因此还要修改 stm8\_interrupt\_vector.c。

修改后，编译连接，然后下载到开发板上，再做一根与 PC 机相连的线，把开发板的串口与 PC 机的串口连接起来，注意，2、3 脚要交叉。

在 PC 机上运行超级终端，设置波特率为 9600，然后每按下一个按键，屏幕上就显示对应的字符。

修改后的 main.c 和 stm8\_interrupt\_vector.c 如下：

```
// 程序描述：初始化 UART，以中断方式接收字符，以查询方式发送
//          UART 通讯参数：9600bps,8 位数据，1 位停止位，无校验
```

```
#include "STM8S207C_S.h"
```

```
// 函数功能：初始化 UART
```

```
// 输入参数：无
```

```
// 输出参数：无
```

```
// 返回值：无
```

```
// 备注：无
```

```
void UART3_Init(void)
```

```
{
```

```
    LINUART_CR2 = 0;        // 禁止 UART 发送和接收
```

```
    LINUART_CR1 = 0;        // b5 = 0,允许 UART
```

```
                        // b2 = 0,禁止校验
```

```
    LINUART_CR3 = 0;        // b5,b4 = 00,1 个停止位
```

```
// 设置波特率，必须注意以下几点：
// (1) 必须先写 BRR2
// (2) BRR1 存放的是分频系数的第 11 位到第 4 位，
// (3) BRR2 存放的是分频系数的第 15 位到第 12 位，和第 3 位到第 0 位
// 例如对于波特率位 9600 时，分频系数=2000000/9600=208
// 对应的十六进制数为 00D0，BBR1=0D,BBR2=00
LINUART_BRR2 = 0;
LINUART_BRR1 = 0x0d;          // 实际的波特率分频系数为 00D0(208)
                                // 对应的波特率为 2000000/208=9600

LINUART_CR2 = 0x2C;          // b3 = 1,允许发送
                                // b2 = 1,允许接收
                                // b5 = 1,允许产生接收中断
}

// 函数功能：从 UART3 发送一个字符
// 输入参数：ch -- 要发送的字符
// 输出参数：无
// 返回值：无
// 备注：无
void UART3_SendChar(unsigned char ch)
{
    while((LINUART_SR & 0x80) == 0x00); // 若发送寄存器不空，则等待
    LINUART_DR = ch;                    // 将要发送的字符送到数据寄存器
}

main()
{
    // 首先初始化 UART3
    UART3_Init();
    _asm("rim");          // 允许 CPU 全局中断

    while(1)            // 进入无限循环
    {
    }
}
```

```
// 函数功能: UART3 的接收中断服务程序
// 输入参数: 无
// 输出参数: 无
// 返回值: 无
@far @interrupt void UART3_Recv_IRQHandler (void)
{
    unsigned char ch;

    ch = LINUART_DR;      // 读入接收到的字符
    UART3_SendChar(ch);  // 将字符发送出去
}

/* BASIC INTERRUPT VECTOR TABLE FOR STM8 devices
 * Copyright (c) 2007 STMicroelectronics
 */

typedef void @far (*interrupt_handler_t)(void);

struct interrupt_vector {
    unsigned char interrupt_instruction;
    interrupt_handler_t interrupt_handler;
};

@far @interrupt void NonHandledInterrupt (void)
{
    /* in order to detect unexpected events during development,
     * it is recommended to set a breakpoint on the following instruction
     */
    return;
}

extern void _stext(); /* startup routine */
extern @far @interrupt void UART3_Recv_IRQHandler();

struct interrupt_vector const _vectab[] = {
    {0x82, (interrupt_handler_t)_stext}, /* reset */
}
```

```
{0x82, NonHandledInterrupt}, /* trap */
{0x82, NonHandledInterrupt}, /* irq0 */
{0x82, NonHandledInterrupt}, /* irq1 */
{0x82, NonHandledInterrupt}, /* irq2 */
{0x82, NonHandledInterrupt}, /* irq3 */
{0x82, NonHandledInterrupt}, /* irq4 */
{0x82, NonHandledInterrupt}, /* irq5 */
{0x82, NonHandledInterrupt}, /* irq6 */
{0x82, NonHandledInterrupt}, /* irq7 */
{0x82, NonHandledInterrupt}, /* irq8 */
{0x82, NonHandledInterrupt}, /* irq9 */
{0x82, NonHandledInterrupt}, /* irq10 */
{0x82, NonHandledInterrupt}, /* irq11 */
{0x82, NonHandledInterrupt}, /* irq12 */
{0x82, NonHandledInterrupt}, /* irq13 */
{0x82, NonHandledInterrupt}, /* irq14 */
{0x82, NonHandledInterrupt}, /* irq15 */
{0x82, NonHandledInterrupt}, /* irq16 */
{0x82, NonHandledInterrupt}, /* irq17 */
{0x82, NonHandledInterrupt}, /* irq18 */
{0x82, NonHandledInterrupt}, /* irq19 */
{0x82, NonHandledInterrupt}, /* irq20 */
{0x82, UART3_Recv_IRQHandler}, /* irq21 */
{0x82, NonHandledInterrupt}, /* irq22 */
{0x82, NonHandledInterrupt}, /* irq23 */
{0x82, NonHandledInterrupt}, /* irq24 */
{0x82, NonHandledInterrupt}, /* irq25 */
{0x82, NonHandledInterrupt}, /* irq26 */
{0x82, NonHandledInterrupt}, /* irq27 */
{0x82, NonHandledInterrupt}, /* irq28 */
{0x82, NonHandledInterrupt}, /* irq29 */
};
```



```

;
}
}

```

这里要注意的是，2个密钥的顺序，与STM8的用户手册上是相反的，如果按照手册上的顺序，就会停留在do...while循环中。具体原因，也不是很清楚，也可能是我拿到的手册（中文和英文的都一样）太旧了，或者是理解有误。

另外，上面的实验程序中，ch不能为局部变量，否则的话，在调试环境中跟踪ch变量时，显示的结果就不对，通过反汇编，我觉得是编译有问题，当定义成局部变量时，ch = \*p的汇编代码如下：

```

main.c:23      ch = *p;                // 将写入的内容读到变量ch中
0x80f0 <main+34> 0x7B01      LD  A,(0x01,SP)      LD  A,(0x01,SP)
0x80f2 <main+36> 0x97          LD  XL,A             LD  XL,A
0x80f3 <main+37> 0x1E02      LDW X,(0x02,SP)     LDW X,(0x02,SP)
0x80f5 <main+39> 0xF6          LD  A,(X)           LD  A,(X)
0x80f6 <main+40> 0x97          LD  XL,A            LD  XL,A

```

如果将ch定义成全局变量，则汇编代码为：

```

main.c:22      ch = *p;                // 将写入的内容读到变量ch中
0x80ef <main+33> 0x1E01      LDW X,(0x01,SP)     LDW X,(0x01,SP)
0x80f1 <main+35> 0xF6          LD  A,(X)           LD  A,(X)
0x80f2 <main+36> 0xB700      LD  0x00,A          LD  0x00,A

```

这一段代码的分析仅供参考，本人使用的开发环境为STVD4.1.0，编译器版本号为：CO SMIC的CxSTM84.2.4。

## STM8的C语言编程（10）——修改CPU的时钟

在有些单片机的应用系统中，并不需要CPU运行在多高的频率。在低频率下运行，芯片的功耗会大大下降。STM8单片机在运行过程中，可以随时修改CPU运行时钟频率，非常方便。实现这一功能，主要涉及到时钟分频寄存器（CLK\_CKDIVR）。

时钟分频寄存器是一个8位的寄存器，高3位保留，位4和位3用于定义高速内部时钟的预分频，而位2到0则用于CPU时钟的分频。这5位的详细定义如下：

位4 位3 高速内部时钟的分频系数

0	0	1
0	1	2
1	0	4

1 1 8

位 2	位 1	位 0	CPU 时钟的分频系数
0	0	0	1
0	0	1	2
0	1	0	4
0	1	1	8
1	0	0	16
1	0	1	32
1	1	0	64
1	1	1	128

假设我们使用内部的高速 RC 振荡器，其频率为 16MHZ，当位 4 为 0，位 3 为 1 时，则内部高速时钟的分频系数为 2，因此输出的主时钟为 8MHZ。当位 2 为 0，位 1 为 1，位 0 为 0 时，CPU 时钟的分频系数为 4，即 CPU 时钟=主时钟/4=2MHZ。

下面的实验程序首先将 CPU 的运行时钟设置在 8MHZ，然后快速闪烁 LED 指示灯。接着，通过修改主时钟的分频系数和 CPU 时钟的分频系数，将 CPU 时钟频率设置在 500KHZ，然后再慢速闪烁 LED 指示灯。通过观察 LED 指示灯的闪烁频率，可以看到，同样的循环代码，由于 CPU 时钟频率的改变，闪烁频率和时间长短都发生了变化。

同样还是利用 ST 的开发工具，生成一个 C 语言程序的框架，然后修改其中的 main.c，修改后的代码如下。修改后的代码编译连接后，就可以下载到开发板上，运行后会看到 LED 的闪烁频率有明显的变化。

// 程序描述：通过修改 CPU 时钟的分频系数，来改变 CPU 的运行速度

```
#include "STM8S207C_S.h"
```

```
// 函数功能：延时函数
```

```
// 输入参数：ms -- 要延时的毫秒数，这里假设 CPU 的主频为 2MHZ
```

```
// 输出参数：无
```

```
// 返回值：无
```

```
// 备注：无
```

```
void DelayMS(unsigned int ms)
```

```
{
```

```
    unsigned char i;
```

```
    while(ms != 0)
```

```
    {
```

```
        for(i=0;i<250;i++)
```

```
{
}
for(i=0;i<75;i++)
{
}
ms--;
}
}

main()
{
int i;

PD_DDR = 0x08;
PD_CR1 = 0x08;          // 将 PD3 设置成推挽输出
PD_CR2 = 0x00;

CLK_SWR = 0xE1;        // 选择芯片内部的 16MHZ 的 RC 振荡器为主时钟

for(;;)                // 进入无限循环
{
// 下面设置 CPU 时钟分频器, 使得 CPU 时钟=主时钟
// 通过发光二极管, 可以看出, 程序运行的速度确实明显提高了
CLK_CKDIVR = 0x08;     // 主时钟 = 16MHZ / 2
                      // CPU 时钟 = 主时钟 = 8MHZ

for(i=0;i<10;i++)
{
PD_ODR = 0x08;
DelayMS(100);
PD_ODR = 0x00;
DelayMS(100);
}

// 下面设置 CPU 时钟分频器, 使得 CPU 时钟=主时钟/4
// 通过发光二极管, 可以看出, 程序运行的速度确实明显下降了
CLK_CKDIVR = 0x1A;     // 主时钟 = 16MHZ / 8
                      // CPU 时钟 = 主时钟 / 4 = 500KHZ

for(i=0;i<10;i++)
```

```
{
    PD_ODR = 0x08;
    DelayMS(100);
    PD_ODR = 0x00;
    DelayMS(100);
}
}
```

## STM8 的 C 语言编程 (11) —— 切换时钟源

STM8 单片机的时钟源非常丰富，芯片内部既有 16MHZ 的高速 RC 振荡器，也有 128KHZ 的低速 RC 振荡器，外部还可以接一个高速的晶体振荡器。在系统运行过程中，可以根据需要，自由地切换。单片机复位后，首先采用的是内部的高速 RC 振荡器，且分频系数为 8，因此 CPU 的上电运行的时钟频率为 2MHZ。

切换时钟源，主要涉及到的寄存器有：主时钟切换寄存器 CLK\_SWR 和切换控制寄存器 CLK\_SWCR。

主时钟切换寄存器的复位值为 0xe1，表示切换到内部的高速 RC 振荡器上。当往该寄存器写入 0xb4 时，表示切换到外部的高速晶体振荡器上。

在实际切换过程中，应该先将切换控制寄存器中的 SWEN（第 1 位）设置成 1，然后设置 CLK\_SWCR 的值，最后要判断切换控制寄存器中的 SWIF 标志是否切换成功。

下面的实验程序首先将主时钟源切换到外部的晶体振荡器上，振荡频率为 8MHZ，然后，然后快速闪烁 LED 指示灯。接着，将主时钟源又切换到内部的振荡器上，振荡频率为 2MHZ，然后再慢速闪烁 LED 指示灯。通过观察 LED 指示灯的闪烁频率，可以看到，同样的循环代码，由于主时钟源的改变的改变，闪烁频率和时间长短都发生了变化。

同样还是利用 ST 的开发工具，生成一个 C 语言程序的框架，然后修改其中的 main.c，修改后的代码如下。

```
// 程序描述：通过切换 CPU 的主时钟源，来改变 CPU 的运行速度
```

```
#include "STM8S207C_S.h"
```

```
// 函数功能：延时函数
```

```
// 输入参数：ms -- 要延时的毫秒数，这里假设 CPU 的主频为 2MHZ
```

```
// 输出参数：无
```

```
// 返回值：无
```

```
// 备注：无
void DelayMS(unsigned int ms)
{
    unsigned char i;
    while(ms != 0)
    {
        for(i=0;i<250;i++)
        {
        }
        for(i=0;i<75;i++)
        {
        }
        ms--;
    }
}

main()
{
    int i;

    // 将 PD3 设置成推挽输出，以便推动 LED
    PD_DDR = 0x08;
    PD_CR1 = 0x08;
    PD_CR2 = 0x00;

    // 启动外部高速晶体振荡器
    CLK_ECKR = 0x01;           // 允许外部高速振荡器工作
    while((CLK_ECKR & 0x02) == 0x00); // 等待外部高速振荡器准备好

    // 注意，复位后 CPU 的时钟源来自内部的 RC 振荡器

    for(;;)           // 进入无限循环
    {

        // 下面将 CPU 的时钟源切换到外部的高速晶体振荡器上，在开发板上的频率为 8MHZ
        // 通过发光二极管，可以看出，程序运行的速度确实明显提高了
        CLK_SWCR = CLK_SWCR | 0x02; // SWEN <- 1
        CLK_SWR = 0xB4;           // 选择芯片外部的高速振荡器为主时钟
    }
}
```

```
while((CLK_SWCR & 0x08) == 0); // 等待切换成功

CLK_SWCR = CLK_SWCR & 0xFD; // 清除切换标志

for(i=0;i<10;i++) // LED 高速闪烁 10 次
{
    PD_ODR = 0x08;
    DelayMS(100);
    PD_ODR = 0x00;
    DelayMS(100);
}

// 下面将 CPU 的时钟源切换到内部的 RC 振荡器上，由于 CLK_CKDIVR 的复位值为 0
x18
// 所以 16MHZ 的 RC 振荡器要经过 8 分频后才作为主时钟，因此频率为 2MHZ
// 通过发光二极管，可以看出，程序运行的速度确实明显下降了
CLK_SWCR = CLK_SWCR | 0x02; // SWEN <- 1
CLK_SWR = 0xE1; // 选择 HSI 为主时钟源
while((CLK_SWCR & 0x08) == 0); // 等待切换成功

CLK_SWCR = CLK_SWCR & 0xFD; // 清除切换标志

for(i=0;i<10;i++) // LED 低速闪烁 10 次
{
    PD_ODR = 0x08;
    DelayMS(100);
    PD_ODR = 0x00;
    DelayMS(100);
}
}
}
```

在许多的单片机应用系统中，都需要 A/D 转换器，将模拟量转换成数字量。在 STM8 单片机中，提供的是 10 位的 A/D，通道数随芯片不同而不同，少的有 4 个通道，多的则有 16 个通道。

下面的实验程序首先对 A/D 输入进行采样，然后将采样结果的高 8 位（丢弃最低的 2 位），作为延时参数去调用延时子程序，然后再去驱动 LED 控制信号。因此不同的采样值，决定了 LED 的闪烁频率。当旋转 ST 三合一开发板上的电位器时，可以看到 LED 的闪烁频率发生变化。

同样还是利用 ST 的开发工具，生成一个 C 语言程序的框架，然后修改其中的 main.c，修改后的代码如下。

```
// 程序描述：通过 AD 模块，采样电位器的电压，改变 LED 的闪烁频率
```

```
#include "STM8S207C_S.h"
```

```
// 函数功能：延时函数
```

```
// 输入参数：ms -- 要延时的毫秒数，这里假设 CPU 的主频为 2MHZ
```

```
// 输出参数：无
```

```
// 返回值：无
```

```
// 备注：无
```

```
void DelayMS(unsigned int ms)
```

```
{  
    unsigned char i;  
    while(ms != 0)  
    {  
        for(i=0;i<250;i++)  
        {  
        }  
        for(i=0;i<75;i++)  
        {  
        }  
        ms--;  
    }  
}
```

```
main()
```

```
{  
    int i;
```

```
// 将 PD3 设置成推挽输出，以便推动 LED
PD_DDR = 0x08;
PD_CR1 = 0x08;
PD_CR2 = 0x00;

// 初始化 A/D 模块
ADC_CR2 = 0x00;      // A/D 结果数据左对齐
ADC_CR1 = 0x00;      // ADC 时钟=主时钟/2=1MHZ
                    // ADC 转换模式=单次
                    // 禁止 ADC 转换
ADC_CSR = 0x03;      // 选择通道 3
ADC_TDR1 = 0x20;

for(;;)              // 进入无限循环
{
    ADC_CR1 = 0x01;    // CR1 寄存器的最低位置 1，使能 ADC 转换
    for(i=0;i<100;i++); // 延时一段时间，至少 7uS，保证 ADC 模块的上电完成
    ADC_CR1 = ADC_CR1 | 0x01; // 再次将 CR1 寄存器的最低位置 1
                    // 使能 ADC 转换
    while((ADC_CSR & 0x80) == 0); // 等待 ADC 结束

    i = ADC_DRH;        // 读出 ADC 结果的高 8 位
    DelayMS(i);         // 延时一段时间

    PD_ODR = PD_ODR ^ 0x08; // 将 PD3 反相
}
}
```

## STM8 的 C 语言编程（13）—— 蜂鸣器

蜂鸣器是现在单片机应用系统中很常见的，常用于实现报警功能。为此 STM8 特别集成了蜂鸣器模块，应用起来非常方便。

在应用蜂鸣器模块时，首先要打开片内的低速 RC 振荡器（当然也能使用外部的高速时钟），其频率为 128KHZ。然后通过设置蜂鸣器控制寄存器 BEEP\_CSR 中的 BEEPDIV[4:0]来获取 8KHZ 的时钟，再通过 BEEPSEL 最终产生 1KHZ 或 2KHZ 或 4KHZ 的蜂鸣器时钟，最后使能该寄存器中的 BEEPEN 位，产生蜂鸣器的输出。

下面的实验程序首先初始化低速振荡器，然后启动蜂鸣器，再延时 2.5 秒，然后关闭蜂鸣器。同样还是利用 ST 的开发工具，生成一个汇编程序的框架，然后修改其中的 main.c，修改后的代码如下。

// 程序描述：启动单片机中的蜂鸣器模块

```
#include "STM8S207C_S.h"
```

```
// 函数功能：延时函数
```

```
// 输入参数：ms -- 要延时的毫秒数，这里假设 CPU 的主频为 2MHZ
```

```
// 输出参数：无
```

```
// 返回值：无
```

```
// 备注：无
```

```
void DelayMS(unsigned int ms)
```

```
{
    unsigned char i;
    while(ms != 0)
    {
        for(i=0;i<250;i++)
        {
        }
        for(i=0;i<75;i++)
        {
        }
        ms--;
    }
}
```

```
main()
```

```
{
    int i;
```

```
    CLK_I CKR = CLK_I CKR | 0x08; // 打开芯片内部的低速振荡器 LSI
```

```
    while((CLK_I CKR & 0x10) == 0); // 等待振荡器稳定
```

```
// 通过设置蜂鸣器控制寄存器，来打开蜂鸣器的功能
// 蜂鸣器控制寄存器的设置：
// BEEPDIV[1:0] = 00
// BEEPDIV[4:0] = 0e
// BEEPEN      = 1
// 蜂鸣器的输出频率 = FIs / ( 8 * (BEEPDIV + 2) )= 128K / (8 * 16) = 1K
BEEP_CSR = 0x2e;

for(i=0;i<10;i++)
{
    DelayMS(250);
}

BEEP_CSR = 0x1e;      // 关闭蜂鸣器

while(1);
}
```

## STM8 的 C 语言编程（14）—— PWM

在单片机应用系统中，也常常会用到 PWM 信号输出，例如电机转速的控制。现在很多高档的单片机也都集成了 PWM 功能模块，方便用户的应用。

对于 PWM 信号，主要涉及到两个概念，一个就是 PWM 信号的周期或频率，另一个就是 PWM 信号的占空比。例如一个频率为 1KHZ，占空比为 30%，有效信号为 1 的 PWM 信号，在用示波器测量时，就是高电平的时间为 300uS，低电平的时间为 700uS 的周期波形。

在单片机中实现 PWM 信号的功能模块，实际上就是带比较器的计数器模块。首先该计数器循环计数，例如从 0 到 N，那么这个 N 就决定了 PWM 的周期，PWM 周期= (N+1) \* 计数器时钟的周期。在计数器模块中一定还有一个比较器，比较器有 2 个输入，一个就是计数器的当前值，另一个是可以设置的数，这个数来自一个比较寄存器。当计数器的值小于比较寄存器的值时，输出为 1（可以设置为 0），当计数器的值大于或等于比较寄存器的值时，输出为 0（也可设置为 1，与前面对应）。

了解了这个基本原理后，我们就可以使用 STM8 单片机中的 PWM 模块了。下面的实验程序首先将定时器 2 的通道 2 设置成 PWM 输出方式，然后通过设置自动装载寄存器 TIM2\_CCR2，决定 PWM 信号的周期。在程序的主循环中，循环修改占空比，先是从 0 逐渐递增到 128，然后再从 128 递减到 0。

当把下面的程序在 ST 的三合一板上运行时，可以看到发光二极管 LD1 逐渐变亮，然后又逐渐变暗，就这样循环往复。如果用示波器看，可以看到驱动 LD1 的信号波形的占空比从 0 变到 50%，然后又从 50%变到 0。

同样还是利用 ST 的开发工具，生成一个 C 语言程序的框架，然后修改其中的 main.c，修改后的代码如下。

```
// 程序描述：用 PWM 输出驱动 LED
```

```
#include "STM8S207C_S.h"
```

```
void CLK_Init(void);
```

```
void TIM_Init(void);
```

```
// 函数功能：延时函数
```

```
// 输入参数：ms -- 要延时的毫秒数，这里假设 CPU 的主频为 2MHZ
```

```
// 输出参数：无
```

```
// 返回值：无
```

```
// 备注：无
```

```
void DelayMS(unsigned int ms)
```

```
{  
    unsigned char i;  
    while(ms != 0)  
    {  
        for(i=0;i<250;i++)  
        {  
        }  
        for(i=0;i<75;i++)  
        {  
        }  
        ms--;  
    }  
}
```

```
// 函数功能：初始化时钟
```

```
// 输入参数：无
```

```
// 输出参数：无
```

```
// 返回值：无
```

```
// 备注：无
```

```
void CLK_Init()
{
    CLK_CKDIVR = 0x11;    // 10: fHSI = fHSI RC output/ 4
                        //      = 16MHZ / 4 =4MHZ
                        // 001: fCPU=fMASTER/2. = 2MHZ
}

// 函数功能: 初始化定时器 2 的通道 2, 用于控制 LED 的亮度
// 输入参数: 无
// 输出参数: 无
// 返回值: 无
// 备注: 无
void TIM_Init()
{
    TIM2_CCMR2 = TIM2_CCMR2 | 0x70;// Output mode PWM2.
                        // 通道 2 被设置成比较输出方式
                        // OC2M = 111,为 PWM 模式 2,
                        // 向上计数时, 若计数器小于比较值, 为无效电平
                        // 即当计数器在 0 到比较值时, 输出为 1, 否则为 0

    TIM2_CCER1 = TIM2_CCER1 | 0x30;// CC polarity low,enable PWM output    */
                        // CC2P = 1, 低电平为有效电平
                        // CC2E = 1, 开启输出引脚

//初始化自动装载寄存器, 决定 PWM 方波的频率, Fpwm=4000000/256=15625HZ
    TIM2_ARRH = 0;
    TIM2_ARRL = 0xFF;

//初始化比较寄存器, 决定 PWM 方波的占空比
    TIM2_CCR2H = 0;
    TIM2_CCR2L = 0;

// 初始化时钟分频器为 1, 即计数器的时钟频率为 Fmaster=4MHZ
    TIM2_PSCR = 0;
// 启动计数
    TIM2_CR1 = TIM2_CR1 | 0x01;
}

main()
```

```
{
    unsigned char i;

    CLK_Init();           // 初始化时钟
    TIM_Init();           // 初始化定时器

    while(1)              // 进入无限循环
    {
        // 下面的循环将占空比逐渐从 0 递增到 50%
        for(i=0;i<128;i++)
        {
            TIM2_CCR2H = 0;
            TIM2_CCR2L = i;
            DelayMS(5);
        }

        // 下面的循环将占空比逐渐从 50%递减到 0
        for(i=128;i>0;i--)
        {
            TIM2_CCR2H = 0;
            TIM2_CCR2L = i;
            DelayMS(5);
        }
    }
}
```