微机原理与嵌入式系统——综合实验

赵泊尧 PB18061426

需求分析

本次实验要求任意多个模块组合形成一个较为大型的应用系统，我本人设计了一个结合GPIO、定时器、串口以及LCD的综合应用。主要实现的功能有：

1、应用到两个**DIP开关**、**串口通信**以及**LCD模块**，拨动不同的开关实现串口输出不同内容，并将其在LCD中打印出来。

2、应用两个**按键**以及两个**定时器**，实现在普通LED中的呼吸灯，而非直接利用定时器产生的PWM波。

功能模块划分

上文中提到的两种功能互不干涉，两个功能对于模块的划分如下：

对于功能一：

在这一功能中，我应用到：

GPIO的初始化以及读取电平；

串口的初始化、中断函数编写以及主函数编写；

和**LCD**模块的初始化这三个模块。

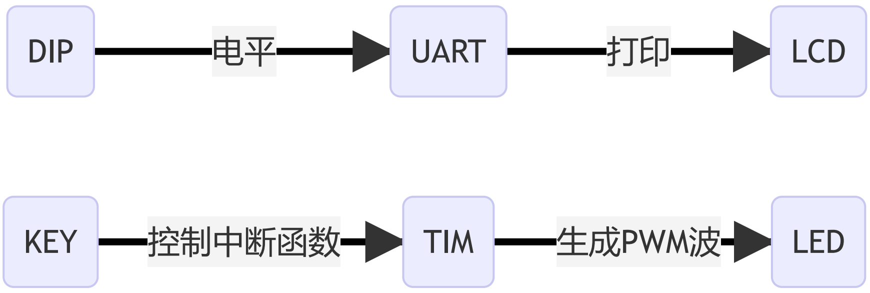
对于功能二：

在这一功能中，我应用到：

GPIO的初始化以及读取电平；

定时器的初始化和中断函数编写这两个模块。

设计流程图



实现功能核心代码

自定义全局变量

```
char USART_SendBuf[]="Hello!s";
int Len;
int flag[2] = {-1, -1};                             //用于记录目前应用系统的状态
```

主函数代码

```
int main(void)
{
    char dip0[] = "DIP0!";
    char dip1[] = "DIP1!";
    int i;
    Len = strlen(USART_SendBuf);
    //串口、LCD、中断初始化
    NVIC_PriorityGroupConfig(NVIC_PriorityGroup_2);
    delay_init(168);
    LCD_GPIO_Init();
    LCD_Init();
    LCD_Clear();
    uart1_init(115200);
    //定时器和LED初始化
    LED_Init();
    TIM3_Init(49999, 71);
    TIM4_Init(99,71);
    //DIP初始化
    DIP_Init();
    //while循环中均为关于功能一的设置
    while(1){
        //LCD_Display_Words(2,1,"PB18061426");
        delay_ms(2000);
        if(DIP0 == 1 && DIP1 == 0){                 //如果DIP0为高电平，DIP1为低电平
            flag[1] = 0;                            //此时状态为0
            if(flag[0]<0){                          //如果此刻是刚刚启动
                flag[0] = 0;                        //初始状态为0
                strcpy(USART_SendBuf, dip0);        //串口缓冲区更新为dip0字符串
                Len = strlen(USART_SendBuf);        //更新Len变量
                USART_TX_EN = 1;                    //使能发送端
                USART_RX_STA = 0;                   //清空缓冲区
            }
            else{
                if(flag[1]!=flag[0]){               //此刻状态与先前不同
                    strcpy(USART_SendBuf, dip0);
                    Len = strlen(USART_SendBuf);
                    USART_TX_EN = 1;
                    flag[0] = flag[1];              //更新旧状态
                    USART_RX_STA = 0;
                }
            }
        }
        else if(DIP1 == 1 && DIP0 == 0){            //如果DIP1为高电平，DIP0为低电平，以下同理
            flag[1] = 1;
            if(flag[0]<0){
                flag[0] = 1;
                strcpy(USART_SendBuf, dip1);
                Len = strlen(USART_SendBuf);
                USART_TX_EN = 1;
                USART_RX_STA = 0;
            }
            else{
                if(flag[1]!=flag[0]){
                    strcpy(USART_SendBuf, dip1);
                    Len = strlen(USART_SendBuf);
                    USART_TX_EN = 1;
                    flag[0] = flag[1];
                    USART_RX_STA = 0;
                }
            }
        }
        if(USART_TX_EN)                             //串口使能发送
        {
            for(i=0;i<Len;i++)
            {
                USART_SendData(USART1, USART_SendBuf[i]);               //发送数据
                while(USART_GetFlagStatus(USART1,USART_FLAG_TXE)!=SET); //标志位SET为止
            }
            USART_TX_EN=0;                          //串口失能发送
        }
        if(USART_RX_STA==Len)                       //如果成功接收
            LCD_Display_Words(0,0,USART_RX_BUF);    //打印到LCD上
    }
}
```

DIP代码

```
void DIP_Init(void)
{
  GPIO_InitTypeDef  GPIO_InitStructure;
  //使能GPIOE、GPIOF、GPIOC时钟
  RCC_AHB1PeriphClockCmd(RCC_AHB1Periph_GPIOE|RCC_AHB1Periph_GPIOF|RCC_AHB1Periph_GPIOC, ENABLE);
  //以下均为配置引脚
  GPIO_InitStructure.GPIO_Pin  = GPIO_Pin_4 | GPIO_Pin_5 ;  //端口配置
  GPIO_InitStructure.GPIO_Mode = GPIO_Mode_IN;              //输入模式
  GPIO_InitStructure.GPIO_Speed = GPIO_Speed_100MHz;        //100M高速模式
  GPIO_InitStructure.GPIO_PuPd = GPIO_PuPd_UP;              //上拉模式
  GPIO_Init(GPIOE, &GPIO_InitStructure);                    //根据设定参数初始化GPIOE

  GPIO_InitStructure.GPIO_Pin  = GPIO_Pin_14 | GPIO_Pin_15 ;
  GPIO_InitStructure.GPIO_Mode = GPIO_Mode_IN;
  GPIO_InitStructure.GPIO_Speed = GPIO_Speed_100MHz;//100M
  GPIO_InitStructure.GPIO_PuPd = GPIO_PuPd_UP;
  GPIO_Init(GPIOC, &GPIO_InitStructure);

  GPIO_InitStructure.GPIO_Pin  = GPIO_Pin_0 | GPIO_Pin_1 | GPIO_Pin_2 | GPIO_Pin_3 ;
  GPIO_InitStructure.GPIO_Mode = GPIO_Mode_IN;
  GPIO_InitStructure.GPIO_Speed = GPIO_Speed_100MHz;//100M
  GPIO_InitStructure.GPIO_PuPd = GPIO_PuPd_UP;
  GPIO_Init(GPIOF, &GPIO_InitStructure);
}
```

UART代码

```
u8 USART_RX_BUF[USART_REC_LEN];
u16 USART_TX_EN=1;
u16 USART_RX_STA=0;

void uart1_init(u32 bound){
    GPIO_InitTypeDef GPIO_InitStructure;
    USART_InitTypeDef USART_InitStructure;
    NVIC_InitTypeDef NVIC_InitStructure;
    //时钟使能
    RCC_AHB1PeriphClockCmd(RCC_AHB1Periph_GPIOA,ENABLE);
    RCC_APB2PeriphClockCmd(RCC_APB2Periph_USART1,ENABLE);
    //对这几个PIN的寄存器进行初始化设置（引脚复用给串口使用），分别用于收发
    GPIO_PinAFConfig(GPIOA,GPIO_PinSource9,GPIO_AF_USART1);
    GPIO_PinAFConfig(GPIOA,GPIO_PinSource10,GPIO_AF_USART1);
    //端口初始化
    GPIO_InitStructure.GPIO_Pin = GPIO_Pin_9;
    GPIO_InitStructure.GPIO_Mode = GPIO_Mode_AF;                //模式：复用
    GPIO_InitStructure.GPIO_Speed = GPIO_Speed_50MHz;
    GPIO_InitStructure.GPIO_OType = GPIO_OType_PP;
    GPIO_Init(GPIOA,&GPIO_InitStructure);

    GPIO_InitStructure.GPIO_Pin =  GPIO_Pin_10;
    GPIO_InitStructure.GPIO_Mode = GPIO_Mode_AF;                //模式：复用
    GPIO_InitStructure.GPIO_Speed = GPIO_Speed_50MHz;
    GPIO_InitStructure.GPIO_PuPd = GPIO_PuPd_UP;
    GPIO_Init(GPIOA,&GPIO_InitStructure);
    //串口初始化
    USART_InitStructure.USART_BaudRate = bound;                 //串口波特率
    USART_InitStructure.USART_WordLength=USART_WordLength_8b;   //串口数据位宽：
8bit
    USART_InitStructure.USART_StopBits = USART_StopBits_1;      //串口停止位宽：
1bit
    USART_InitStructure.USART_Parity = USART_Parity_No;         //串口奇偶校验：无

USART_InitStructure.USART_HardwareFlowControl=USART_HardwareFlowControl_None;
//串口硬件流控制：无
    USART_InitStructure.USART_Mode = USART_Mode_Rx | USART_Mode_Tx; //串口模式：发
送&接收
    USART_Init(USART1, &USART_InitStructure);
    //使能串口1（USART1）的接收数据中断（USART_IT_RXNE）
    USART_ITConfig(USART1, USART_IT_RXNE, ENABLE);

    NVIC_InitStructure.NVIC_IRQChannel = USART1_IRQn;           //中断通道：
USART1_IRQn
    NVIC_InitStructure.NVIC_IRQChannelPreemptionPriority=1;     //抢占优先级：1
    NVIC_InitStructure.NVIC_IRQChannelSubPriority =1;           //响应优先级：1
    NVIC_InitStructure.NVIC_IRQChannelCmd = ENABLE;             //使能中断
    NVIC_Init(&NVIC_InitStructure);
    USART_Cmd(USART1, ENABLE);
}

void USART1_IRQHandler(void)
{
    u8 Res;
    if(USART_GetITStatus(USART1, USART_IT_RXNE) != RESET)       //判断是否是接收数据
中断（USART_IT_RXNE）触发中断
    {
        Res =USART_ReceiveData(USART1);                         //读取接收到的数据
        USART_RX_BUF[USART_RX_STA]=Res;                         //缓冲区储存收到的数
据
        USART_RX_STA++;                                         //指针向前
        if(USART_RX_STA>(USART_REC_LEN-1)){                     //超过最大时，溢出
            USART_RX_STA = 0;
        }
    USART_ClearITPendingBit(USART1, USART_IT_RXNE);             //清除接收数据中断
（USART_IT_RXNE）标志位
    }
}
```

LCD代码

```
//LCD端口初始化
void LCD_GPIO_Init()
{
  GPIO_InitTypeDef  GPIO_InitStructure;

    RCC_AHB1PeriphClockCmd(RCC_AHB1Periph_GPIOG|RCC_AHB1Periph_GPIOF, ENABLE);//
使能GPIO时钟

    GPIO_InitStructure.GPIO_Pin = GPIO_Pin_14 | GPIO_Pin_15;
    GPIO_InitStructure.GPIO_Mode = GPIO_Mode_OUT;
    GPIO_InitStructure.GPIO_OType = GPIO_OType_PP;
    GPIO_InitStructure.GPIO_Speed = GPIO_Speed_100MHz;//100MHz
    GPIO_InitStructure.GPIO_PuPd = GPIO_PuPd_UP;
    GPIO_Init(GPIOF, &GPIO_InitStructure);

    GPIO_InitStructure.GPIO_Pin = GPIO_Pin_1;
    GPIO_InitStructure.GPIO_Mode = GPIO_Mode_OUT;
    GPIO_InitStructure.GPIO_OType = GPIO_OType_PP;
    GPIO_InitStructure.GPIO_Speed = GPIO_Speed_100MHz;//100MHz
    GPIO_InitStructure.GPIO_PuPd = GPIO_PuPd_UP;
    GPIO_Init(GPIOG, &GPIO_InitStructure);

    CS = 1;
    SID = 1;
    SCLK = 1;
}
//发送字节
void SendByte(u8 byte)
{
    u8 i;
    for(i = 0;i < 8;i++)
    {
        if((byte << i) & 0x80)  //0x80(1000 0000)
        {
            SID = 1;
        }
        else
        {
            SID = 0;
        }
        SCLK = 0;
        delay_us(5);
        SCLK = 1;
    }
}
//写命令
void Lcd_WriteCmd(u8 Cmd)
{
     delay_ms(1);
     SendByte(WRITE_CMD);            //11111,RW(0),RS(0),0
     SendByte(0xf0&Cmd);
     SendByte(Cmd<<4);
}
//写数据
void Lcd_WriteData(u8 Dat)
{
     delay_ms(1);
     SendByte(WRITE_DAT);
     SendByte(0xf0&Dat);
     SendByte(Dat<<4);
}
//LCD初始化
void LCD_Init(void)
{
    delay_ms(50);
    Lcd_WriteCmd(0x30);

    delay_ms(1);
    Lcd_WriteCmd(0x30);

    delay_ms(1);
    Lcd_WriteCmd(0x0c);

    delay_ms(1);
    Lcd_WriteCmd(0x01);

    delay_ms(30);
    Lcd_WriteCmd(0x06);
}
//LCD投放字符
void LCD_Display_Words(uint8_t x,uint8_t y,uint8_t*str)
{
    Lcd_WriteCmd(LCD_addr[x][y]);
    while(*str>0)
    {
      Lcd_WriteData(*str);
      str++;
    }
}
//LCD投放图片
void LCD_Display_Picture(uint8_t *img)
{
    uint8_t x,y,i;
    Lcd_WriteCmd(0x34);
    Lcd_WriteCmd(0x34);
    for(i = 0; i < 2; i++)
    {
        for(y=0;y<32;y++)
        {
            for(x=0;x<8;x++)
            {
                Lcd_WriteCmd(0x80 + y);
                Lcd_WriteCmd(0x80 + x+i*0x08);
                Lcd_WriteData(*img ++);

                Lcd_WriteData(*img ++);
            }
        }
    }
    Lcd_WriteCmd(0x36);
    Lcd_WriteCmd(0x30);
}
//LCD清屏
void LCD_Clear(void)
{
    Lcd_WriteCmd(0x01);
    delay_ms(2);
}
```

KEY代码

```
//与DIP初始化类似
void KEY_Init(void)
{
     GPIO_InitTypeDef  GPIO_InitStructure;   //GPIO初始化结构体
     RCC_AHB1PeriphClockCmd(RCC_AHB1Periph_GPIOE, ENABLE);//使能GPIO时钟

     GPIO_InitStructure.GPIO_Pin = GPIO_Pin_0|GPIO_Pin_1;
     GPIO_InitStructure.GPIO_Mode = GPIO_Mode_IN;
     GPIO_InitStructure.GPIO_OType = GPIO_OType_PP;
     GPIO_InitStructure.GPIO_Speed = GPIO_Speed_100MHz;
     GPIO_InitStructure.GPIO_PuPd = GPIO_PuPd_UP;
     GPIO_Init(GPIOE, &GPIO_InitStructure);
     GPIO_ResetBits(GPIOE, GPIO_Pin_0|GPIO_Pin_1);
}
```

TIM代码

```
u8 DutyCycle=0,flag1=0,flag2=0,flag3=0; //定义PWM波占空比，设定范围：0-100

void TIM3_Init(u16 arr,  u16 psc)
{
    TIM_TimeBaseInitTypeDef  TIM_TimeBaseInitStructure;
    NVIC_InitTypeDef  NVIC_InitStructure;
    RCC_APB1PeriphClockCmd(RCC_APB1Periph_TIM3,ENABLE); //使能定时器3（TIM3）时钟
    TIM_TimeBaseInitStructure.TIM_Period = arr;         //定时器计数阈值
    TIM_TimeBaseInitStructure.TIM_Prescaler=psc;        //定时器时钟预分频值
    TIM_TimeBaseInitStructure.TIM_CounterMode=TIM_CounterMode_Up; //向上计数
    //设置定时器时钟(CK_INT)频率与数字滤波器(ETR，TIx)使用的采样频率之间的分频比例
    TIM_TimeBaseInitStructure.TIM_ClockDivision=TIM_CKD_DIV1;

    //将结构体(TIM_TimeBaseInitStructture)的设定写入TIM3配置寄存器
    TIM_TimeBaseInit(TIM3,&TIM_TimeBaseInitStructure);

    TIM_ITConfig(TIM3,TIM_IT_Update,ENABLE); //使能定时器3（TIM3）的计数溢出中断（TIM_IT_Update）

    NVIC_InitStructure.NVIC_IRQChannel=TIM3_IRQn; //选定中断通道：定时器3中断（TIM3_IRQn）
    NVIC_InitStructure.NVIC_IRQChannelPreemptionPriority=0x01;  //该中断通道抢占优先级：1
    NVIC_InitStructure.NVIC_IRQChannelSubPriority=0x03; //该中断通道响应优先级：3
    NVIC_InitStructure.NVIC_IRQChannelCmd=ENABLE;       //使能该中断通道
    NVIC_Init(&NVIC_InitStructure);// 将结构体(NVIC_InitStructture)的设定写入NVIC控制寄存器

    TIM_Cmd(TIM3,ENABLE); //使能定时器3：TIM3按照上述设定开始工作
}


void TIM3_IRQHandler(void)
{
    if(TIM_GetITStatus(TIM3,TIM_IT_Update)!=RESET) //判断定时器3（TIM3）是否发生计数溢出中断（TIM_IT_Update）
    {
        if(flag3 == 0){
            if(KEY0 == 0)   flag1 = (flag1+1)%3;    //按键1按下时，flag1发生变化，控制亮灯
            if(KEY1 == 0)   flag2 = (flag2+1)%3;    //按键2按下时，flag2发生变化，控制占空比（DutyCycle）变化速度

            TIM_ClearITPendingBit(TIM3, TIM_IT_Update);         //清除定时器3（TIM3）的计数溢出中断（TIM_IT_Update）标志。如未清除，将重复进入此中断服务函数
        }
        if(KEY0 == 0||KEY1 == 0) flag3=1;
        else if(KEY0==1&&KEY1==1) flag3=0;
    }
}

void TIM4_Init(u16 arr,  u16 psc)
{
    TIM_TimeBaseInitTypeDef  TIM_TimeBaseInitStructure;
    NVIC_InitTypeDef  NVIC_InitStructure;
    RCC_APB1PeriphClockCmd(RCC_APB1Periph_TIM4,ENABLE);
    TIM_TimeBaseInitStructure.TIM_Period = arr;
    TIM_TimeBaseInitStructure.TIM_Prescaler=psc;
    TIM_TimeBaseInitStructure.TIM_CounterMode=TIM_CounterMode_Up;
    TIM_TimeBaseInitStructure.TIM_ClockDivision=TIM_CKD_DIV1;

    TIM_TimeBaseInit(TIM4,&TIM_TimeBaseInitStructure);
    TIM_ITConfig(TIM4,TIM_IT_Update,ENABLE);
    NVIC_InitStructure.NVIC_IRQChannel=TIM4_IRQn;
    NVIC_InitStructure.NVIC_IRQChannelPreemptionPriority=0x01;
    NVIC_InitStructure.NVIC_IRQChannelSubPriority=0x03;
    NVIC_InitStructure.NVIC_IRQChannelCmd=ENABLE;
    NVIC_Init(&NVIC_InitStructure);

    TIM_Cmd(TIM4,ENABLE);
}
```

```
u8 count=0;                     //计数
u8 control_dir=1;               //计数方向

void TIM4_IRQHandler(void)
{
    if(TIM_GetITStatus(TIM4,TIM_IT_Update)!=RESET)
    {
        if(count==100) {
            count=0;
            if(control_dir==1){
                DutyCycle+=(flag2+1);
                if(DutyCycle>=100)
                    control_dir=0;
            }
            if(control_dir==0){
                DutyCycle-=(flag2+1);
                if(DutyCycle<=0)
                    control_dir=1;
            }
        }
        else
            count++;
        switch(flag1){
            case 0:

                if(count<DutyCycle) {
                    LED1 = 0;
                    LED2 = 0;
                    LED3 = 1;
                }
                else {
                    LED1 = 0;
                    LED2 = 0;
                    LED3 = 0;
                }
                break;
            case 1:

                if(count<DutyCycle) {
                    LED1 = 0;
                    LED2 = 1;
                    LED3 = 0;
                }
                else {
                    LED1 = 0;
                    LED2 = 0;
                    LED3 = 0;
                }
                break;
            case 2:

                if(count<DutyCycle) {
                    LED1 = 1;
                    LED2 = 0;
                    LED3 = 0;
                }
                else {
                    LED1 = 0;
                    LED2 = 0;
                    LED3 = 0;
                }
                break;
        }
    }
    TIM_ClearITPendingBit(TIM4,TIM_IT_Update);
}
```

总结

这个实验同过五个小模块的配合实现了两个功能：

1、应用到两个**DIP开关**、**串口通信**以及**LCD模块**，拨动不同的开关实现串口输出不同内容，并将其在LCD中打印出来。

2、应用两个**按键**以及两个**定时器**，实现在普通LED中的呼吸灯，而非直接利用定时器产生的PWM波。

学会了如何应用Keil5去dubug和查看各个模块地址。