NV32F100x UART 串口通信编程

第一章　各部分模块简介

1.1 串口初始化

串口初始化步骤如下：

1. 使能 UART 时钟
2. 设置 UART 的复用引脚
3. 在配置 UART 的时候，禁止 UART 的发送与接收
4. 设置 UART 数据格式、奇偶校验方式
5. 计算并设置 UART 波特率用于通信
6. 使能 UART 发送和接收

详细的寄存器配置见技术手册 7.4

```
/*****************************************************************************//
*
* @基本的初始化串口操作, 关中断, 无硬件流控制
*
* @输入        pUART          串口的基址
* @输入        pConfig        指向串口配置结构体
*
* @无返回
*
*****************************************************************************/
void UART_Init(UART_Type *pUART, UART_ConfigType *pConfig)
{
    uint16_t u16Sbr;
    uint8_t u8Temp;
    uint32_t u32SysClk = pConfig->u32SysClkHz;//定义系统时钟
    uint32_t u32Baud = pConfig->u32Baudrate;//定义波特率
    /* 断言检查合法性 */
    ASSERT((pUART == UART0) || (pUART == UART1) || (pUART == UART2));
    /* 设置时钟选通控制用来选择相应的 UART 口 */
    if (pUART == UART0)
    {
        SIM->SCGC |= SIM_SCGC_UART0_MASK;//使能相应功能位，选通对应 UART
    }
#if defined (CPU_NV32)
    else if (pUART == UART1)
```

```
    {
        SIM->SCGC |= SIM_SCGC_UART1_MASK;//同上
    }
    else
    {
        SIM->SCGC |= SIM_SCGC_UART2_MASK;//同上
    }
#endif
    /*确保在我们进行配置时，禁止发送和接收*/
    pUART->C2 &= ~(UART_C2_TE_MASK | UART_C2_RE_MASK );
    /*  配置 UART 为 8 位模式, 无奇偶校验位  */
     pUART->C1 = 0;
    /*  波特率计算  */
     u16Sbr = (((u32SysClk)>>4) + (u32baud>>1))/u32baud;
    /*把当前数据存放在串口波特率寄存器中，且 SBR 位清 0，即波特率发生器被禁止*/
    u8Temp = pUART->BDH & ~(UART_BDH_SBR_MASK);
    pUART->BDH = u8Temp |UART_BDH_SBR(u16Sbr >> 8);
    pUART->BDL = (uint8_t)(u16Sbr & UART_BDL_SBR_MASK);
    /*使能 UART 接收和发送  */
    pUART->C2 |= (UART_C2_TE_MASK | UART_C2_RE_MASK );
}
```

1.2 接收字符函数

```
/*****************************************************************************//
*
* @接收一个字符
*
* @输入              pUART          一个 UART 口的基址
*
* @返回字符
*
*****************************************************************************/
uint8_t UART_GetChar(UART_Type *pUART)
{
    /*断言检查串口是否合法*/
```

```
    ASSERT((pUART == UART0) || (pUART == UART1) || (pUART == UART2));
    /* 等待，直到接收满了为止*/
    while (!(pUART->S1 & UART_S1_RDRF_MASK));
    Return   pUART->D;//读数据寄存器的内容，并返回
}
```

1.3 发送字符函数

```
/*****************************************************************************/
*
* @发送一个字符.
*
* @输入          pUART        一个 UART 口的基址
* @输入          u8Char       发送的字符
*
* @无返回
*
*****************************************************************************/
void UART_PutChar(UART_Type *pUART, uint8_t u8Char)
{
    /* 一直等待，直到缓冲区为空*/
    while (!(pUART->S1 & UART_S1_TDRE_MASK));
    /* 发送字符到数据寄存器 */
    pUART->D = (uint8_t)u8Char;
}
```

1.4 波特率设置

```
/*****************************************************************************/
*
* @波特率设置
*
* @输入          pUART        一个 UART 口的基址
* @输入          pConfig      波特率相关配置
* @无返回
*
*****************************************************************************/
```

```
void UART_SetBaudrate(UART_Type *pUART, UART_ConfigBaudrateType *pConfig)
{
    uint8_t u8Temp;
    uint16_t u16Sbr;
    uint32_t u32SysClk = pConfig->u32SysClkHz;
    uint32_t u32baud    = pConfig->u32Baudrate;
    /*通道的合法性检查*/
    ASSERT((pUART == UART0) || (pUART == UART1) || (pUART == UART2));
    /*计算波特率  */
    u16Sbr = (((u32SysClk)>>4) + (u32baud>>1))/u32baud;
    /* Save off the current value of the UARTx_BDH except for the SBR field */
    u8Temp = pUART->BDH & ~(UART_BDH_SBR_MASK);

    pUART->BDH = u8Temp |    UART_BDH_SBR(u16Sbr >> 8);
    pUART->BDL = (uint8_t)(u16Sbr & UART_BDL_SBR_MASK);

    /* Enable receiver and transmitter */
    pUART->C2 |= (UART_C2_TE_MASK | UART_C2_RE_MASK );
}
```

1.5 开启 UART 中断

详细配置见技术手册 7.4.6.4 UART 控制寄存器 2 和 7.4.6.7 UART 控制寄存器 3

```
/*****************************************************************************//
*
* @开启 UART 中断
*
* @输入        pUART              UART 口的基址
* @输入        InterruptType      中断类型
*
* @无返回
*
*****************************************************************************/
void UART_EnableInterrupt(UART_Type *pUART, UART_InterruptType InterruptType)
{
```

```
/* 通道合法性检查*/
ASSERT((pUART == UART0) || (pUART == UART1) || (pUART == UART2));

if (InterruptType == UART_TxBuffEmptyInt)    //发送中断使能
{
    pUART->C2 |= UART_C2_TIE_MASK;
}
else if (InterruptType == UART_TxCompleteInt) //传输完成中断使能
{
    pUART->C2 |= UART_C2_TCIE_MASK;
}
else if (InterruptType == UART_RxBuffFullInt) //接收器中断使能
{
    pUART->C2 |= UART_C2_RIE_MASK;
}
else if (InterruptType == UART_IdleLineInt) //空闲线中断使能
{
    pUART->C2 |= UART_C2_ILIE_MASK;
}
else if (InterruptType == UART_RxOverrunInt) //过载中断使能
{
    pUART->C3 |= UART_C3_ORIE_MASK;
}
else if (InterruptType == UART_NoiseErrorInt) //噪声错误中断使能
{
    pUART->C3 |= UART_C3_NEIE_MASK;
}
else if (InterruptType == UART_FramingErrorInt) //帧错误中断使能
{
    pUART->C3 |= UART_C3_FEIE_MASK;
}
else if (InterruptType == UART_ParityErrorInt) //  奇偶校验中断使能
{
    pUART->C3 |= UART_C3_PEIE_MASK;
}
```

```
    else
    {
        /* un-supported Interrupt type */   //其他暂不支持类型的中断
    }
}
```

1.6 关闭 UART 中断

```
/*****************************************************************************/
*
* @关闭 UART 中断
*
* @输入          pUART              UART 端口的基址
* @输入          InterruptType      中断类型
*
* @无返回
*
*****************************************************************************/
void UART_DisableInterrupt(UART_Type *pUART, UART_InterruptType InterruptType)
{
    /*  断言检测通道合法性*/
    ASSERT((pUART == UART0) || (pUART == UART1) || (pUART == UART2));

    /*以下中断类型与上面函数相同，详见技术手册*/
    if (InterruptType == UART_TxBuffEmptyInt)
    {
        pUART->C2 &= (~UART_C2_TIE_MASK);
    }
    else if (InterruptType == UART_TxCompleteInt)
    {
        pUART->C2 &= (~UART_C2_TCIE_MASK);
    }
    else if (InterruptType == UART_RxBuffFullInt)
    {
        pUART->C2 &= (~UART_C2_RIE_MASK);
    }
```

```
    else if (InterruptType == UART_IdleLineInt)
    {
        pUART->C2 &= (~UART_C2_ILIE_MASK);
    }
    else if (InterruptType == UART_RxOverrunInt)
    {
        pUART->C3 &= (~UART_C3_ORIE_MASK);
    }
    else if (InterruptType == UART_NoiseErrorInt)
    {
        pUART->C3 &= (~UART_C3_NEIE_MASK);
    }
    else if (InterruptType == UART_FramingErrorInt)
    {
        pUART->C3 &= (~UART_C3_FEIE_MASK);
    }
    else if (InterruptType == UART_ParityErrorInt)
    {
        pUART->C3 &= (~UART_C3_FEIE_MASK);
    }
    else
    {
    }
}
```

1.7 状态标志获取

```
/*****************************************************************************//
*
* @用来返回两个 UART 状态寄存器中的一些状态标志位。
*
* @输入     pUART       UART 端口的基址
*
* @返回一个 16 位的标志数
*
*****************************************************************************/
uint16_t UART_GetFlags(UART_Type *pUART)
{
    uint16_t u16StatusFlags = 0;//先清空标志位
    u16StatusFlags = pUART->S2; //将状态寄存器 2 的值赋给标志参数
    u16StatusFlags = (u16StatusFlags<<8)| pUART->S1; //两个状态寄存器拼接赋给标志参数
    return u16StatusFlags; //返回标志参数的值
}
```

1.8 检查状态标志位

```
/*****************************************************************************//*!
*
* @检查是否有标志位被置位
*
* @输入          pUART               UART 端口的基址
* @输入          FlagType            标志位类型
* @返回          1.该标志位被置位
*                0.该标志位被清除
*
 *****************************************************************************/
uint8_t UART_CheckFlag(UART_Type *pUART, UART_FlagType FlagType)
{
    uint16_t u16StatusFlags = 0;
    u16StatusFlags = UART_GetFlags(pUART);
    return (u16StatusFlags & (1<<FlagType));
}
```

1.9 查询方式发送字符

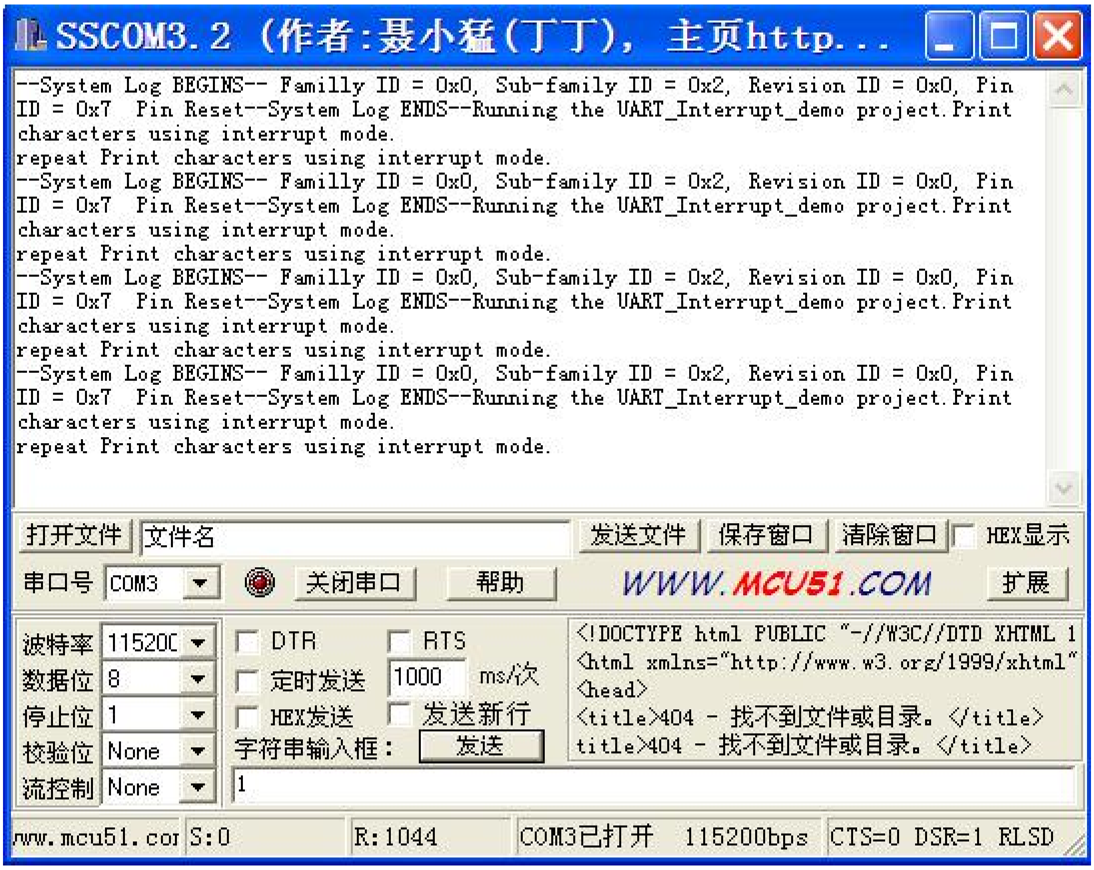
```
/*****************************************************************************//*!
*
* @通过轮询的方式发送一串字符
*
* @输入        pUART        UART 口的基址
* @输入        pSendBuff    指向被发送的缓冲区
* @输入        u32Length    字符串长度
*
* @无返回
*
*****************************************************************************/
void UART_SendWait(UART_Type *pUART, uint8_t *pSendBuff, uint32_t u32Length)
{
    uint8_t u8TxChar;
    uint32_t    i;
    for (i = 0; i < u32Length; i++)
    {
        u8TxChar = pSendBuff[i];
        while (!UART_IsTxBuffEmpty(pUART))
        {
            #if defined(ENABLE_WDOG)//喂看门狗
                WDOG_Feed();
            #endif
        }
        UART_WriteDataReg(pUART, u8TxChar);
    }
}
```

第二章　样例程序

2.1 串口中断例程

```
/*****************************************************************************
*
* @串口中断的样例程序
*
*****************************************************************************/
#include "common.h"
#include "rtc.h"
#include "uart.h"
#include "UART_app.h"
#include "sysinit.h"
#define SEND_BUF_LEN        50
uint8_t send_buf[SEND_BUF_LEN]; //发送缓冲区
volatile uint8_t u8IsSendDone; //定义发送完成标志位
/*      */
void printf_int(int8* str)
{
    uint32 len = 0;
    u8IsSendDone = 0;
    while(*str)
    {
        send_buf[len++] = *str;
        str++;
        if (len >= (SEND_BUF_LEN-1))
        {
            send_buf[SEND_BUF_LEN-1] = 0;
            break;
        }
    }
    UART_SendInt(UART1, send_buf, len);//UART1 口串口发送初始化
}
/*串口数据发送完成函数*/
```

```
void UART_SendDone(void)// 发送完成时，将标志位置位
{
    u8IsSendDone = 1;
}
int main (void)
{
    UART_ConfigType sConfig;
    /*执行系统初始化*/
    sysinit();
    u8IsSendDone = 1;
    sConfig.u32SysClkHz = BUS_CLK_HZ; //配置系统时钟和波特率
    sConfig.u32Baudrate = UART_PRINT_BITRATE;
    UART_Init(UART1,&sConfig); //初始化串口 1
    UART_SetTxDoneCallback(UART1, UART_SendDone);
    UART_SetCallback(UART_HandleInt);//串口中断回调函数
    LED0_Init(); 初始化 LED 灯
    printf("\nRunning the UART_Interrupt_demo project.\n");
    /* 打开串口 1 中断 */
    NVIC_EnableIRQ(UART1_IRQn);
    printf_int("\nPrint characters using interrupt mode.\n");
    while (!u8IsSendDone);              /* 等待发送完成 */
    printf_int("\nrepeat Print characters using interrupt mode.\n");
    while (!u8IsSendDone);              /* 等待发送完成 */
    while (1);
}
```



利用一次外部中断触发回调函数，通过按键 SW1 触发中断，使得串口打印字符串，通过串口调试助手观察，本例程提供了一个串口中断服务框架。

该样例工程在 nv32_pdk\build\keil\NV32\UART_Interrupt_demo 下

2.2 串口环回例程

```
/*****************************************************************************
*
* @本例程为回环测试，UART1 口为正常模式完成收发，UART0 口为循环模式
*
*****************************************************************************/
#include "common.h"
#include "rtc.h"
#include "uart.h"
#include "uart_app.h"
#include "sysinit.h"
#define SEND_BUF_LEN     1
#define RECEIVE_BUF_LEN 1
uint8_t send_buf[SEND_BUF_LEN] = {'L'};
uint8_t receive_buf[RECEIVE_BUF_LEN] = {0};

int main (void)
{
    UART_ConfigType sConfig;
    /*执行系统初始化*/
    sysinit();
    sConfig.u32SysClkHz = BUS_CLK_HZ;  //选择系统时钟
    sConfig.u32Baudrate = 115200;        //配置波特率为 115200

    LED0_Init();//初始化 LED
    printf("\nRunning the UART_Loopback_demo project.\n");
    printf("\nEnter any character to echo...\n");
    UART_WaitTxComplete(UART1);//等待串口 1 发送完成
    UART_Init(UART0,&sConfig); //初始化串口 0
    UART_EnableLoopback(UART0);//开启串口 0 环回，设定 UART0 为循环模式
    UART_SetCallback(UART_HandleInt);

    /* 禁用串口 1 收发中断 */
    UART_DisableInterrupt(TERM_PORT, UART_RxBuffFullInt);
```

```
    UART_DisableInterrupt(TERM_PORT, UART_TxBuffEmptyInt);
    /* 使能串口 1 接收溢出中断 */
    UART_EnableInterrupt(UART1, UART_RxOverrunInt);
    NVIC_EnableIRQ(UART1_IRQn);//打开串口 1 中断
    while (1)
    {
        send_buf[0] = UART_GetChar(TERM_PORT); //获取串口 1 上的字符，存放到发送缓冲区
        UART_SendWait(UART0, send_buf, 1); //发送缓冲区字符到 UART0 口
        UART_ReceiveWait(UART0, receive_buf, 1);//把 UART0 的内容放入接收缓冲区中
        UART_PutChar(TERM_PORT, receive_buf[0]); //接收缓冲区的数据放入 UART1 口的数据寄存器
    }
}
```

按键 SW1 触发串口中断，在串口调试助手中输入字符串“loopback test”完成环回测试
该样例工程在 nv32_pdk\build\keil\NV32\UART_Loopback_demo 下

2.3 串口查询法例程

```
/*****************************************************************************
*
*   串口轮回查询样例程序
*
*****************************************************************************/
#include "common.h"
#include "rtc.h"
#include "uart.h"
#include "sysinit.h"
#define SEND_BUF_LEN        50
uint8_t send_buf[SEND_BUF_LEN] = "\nUART send char by polling\n\r";
int main (void)
{
    UART_ConfigType sConfig;
    /* 执行系统初始化 */
    sysinit();
    sConfig.u32SysClkHz = BUS_CLK_H;//选择系统时钟为总线时钟
    sConfig.u32Baudrate = UART_PRINT_BITRATE;//设置波特率
    UART_Init(UART1,&sConfig);//初始化串口 1
    LED0_Init();
    printf("\nRunning the UART_Poll_demo project.\n");//打印运行工程名
    UART_SendWait(UART1, send_buf, 50);//发送缓冲区的数据放入 UART1 口的数据寄存器中
    while (1);
    }
```

该样例工程在 nv32_pdk\build\keil\NV32\UART_Poll_demo 中