Application Note

SPC1068 公共系统指南（时钟及 IO）

Revision 1 – September 2017

目录

表格列表

图片列表

1 SPC1068 概述

SPC1068 是基于 ARM Cortex M3 构架的复杂 MCU，片上集成了众多先进的外设，可以实现很多复杂的功能。

这些外设都要用到的芯片资源包括 CPU、时钟及 IO，这份文档重点介绍芯片的时钟及 IO，作为 SPC1068 的一份入门指导。

2 SPC1068 时钟

SPC1068 的时钟系统的时钟源共有三种不同的选择：

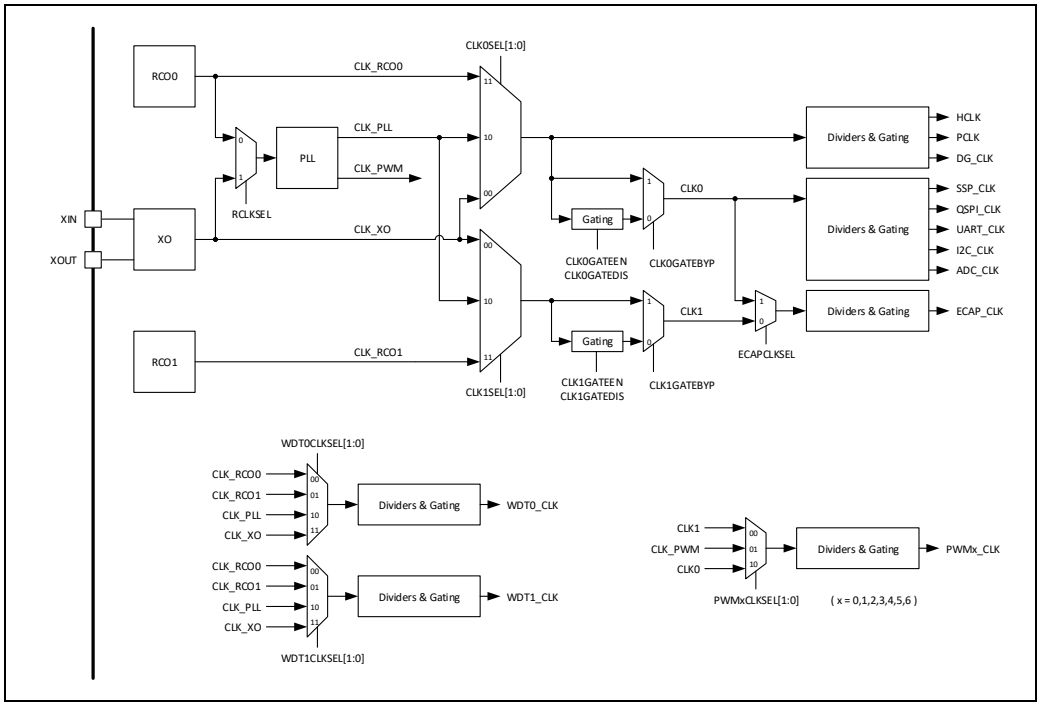
内部时钟

- RCO0：24M Hz
- RCO1：24M Hz

外部时钟 XO

- 无源晶振：输入范围　4 MHz ~ 10 MHz
- 时钟信号输入（有源晶振或其他时钟信号）：4 MHz ~ 56 MHz

图 2-1. SPC1068 时钟系统框图



2.1 PLL 时钟

用户可以直接使用上述三种时钟作为 SPC1068 的系统时钟源，但这样做无疑浪费了 SPC1068 的性能，因为 SPC1068 是可以在 150MHz 的系统时钟下工作的。如果要让 SPC1068 工作在超过或低于外部时钟源的速度时，用户需要用到 SPC1068 内部的 PLL 电路。

从图 2-2 可以看出，PLL 电路的输入可以选为内部（默认）或外部的时钟源，然后通过分频、锁相等步骤，获取到其最终频率。PLL 时钟频率的计算公式如下：

$$f_{PLL} = \frac{\frac{f_{IN}}{NIN} \times \left(NFB\_INT + \frac{NFB\_FRAC}{65536}\right)}{NDIG+1} \quad (1)$$

其中，$4\text{MHz} \le \frac{f_{IN}}{NIN} \le 8MHz$。

图 2-2. PLL 功能框图

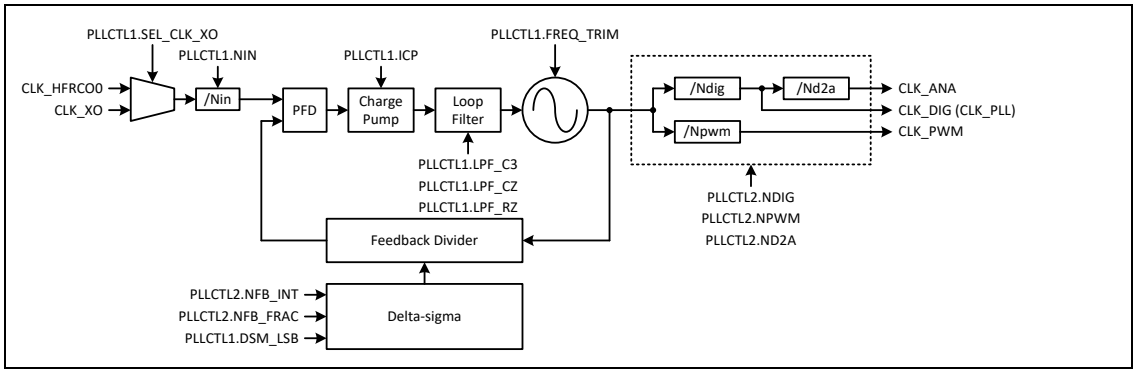


表 2-1. PLL 时钟频率和分频系数选择

Desired Output Frequency (FDIG/FPWM)	Dividing Ratio (NDIG/NPWM)
400MHz ~ 600MHz	1
200MHz ~ 300MHz	2
150MHz ~ 200MHz	3
100MHz ~ 150MHz	4

例 1：使用内部 RC 时钟，获取 150MHz 系统频率的配置

SPC1068 内部 RC 时钟的频率为 24MHz，根据公式（1）的要求，需要把 NIN 选为 3~6，这里选择为 4，而 NDIG 需要选为 3 或 4，我们先选择为 3：

NIN = 3

NDIG = 3

根据计算公式（1），得出$\left(NFB_INT + \frac{NFB_FRAC}{65536}\right)$ = 75，于是选择

NFB_INT = 75

NFB_FRAC = 0

具体配置代码如下：

Example Code

```
/* Select RCO0 as PLL input clock source */
CLOCK->PLLCTL0.bit.RCLKSEL = PLLCTL0_BIT_RCLKSEL_RCO0;
/* NIN = 3 */
CLOCK->PLLCTL0.bit.NIN = 3;
/* NDIG = 3 */
CLOCK->PLLCTL1.bit.NDIG = 3;
/* PLL闭环 */
CLOCK->PLLCTL0.bit.LOOPCLOSE = 1;
/* NFB_INT = 150 */
CLOCK->PLLCTL1.bit.NFBINTG = 75;
/* NFB_FRAC = 0 */
CLOCK->PLLCTL1.bit.NFBFRAC = 0;
```

```
/* PLL Digital clock output enable */
CLOCK->PLLCTL0.bit.DCLKEN = 1;
/* PLL enable */
CLOCK->PLLCTL0.bit.EN = 1;

/* Wait PLL ready  */
while(CLOCK->CLKSTS.bit.PLLDRDY == 0){};

/* Set PLL as the system clock */
CLOCK->GLBCLKCTL.bit.CLK0SEL = GLBCLKCTL_BIT_CLK0SEL_PLL;
CLOCK->GLBCLKCTL.bit.CLK1SEL = GLBCLKCTL_BIT_CLK1SEL_PLL;
```

或者简单的使用函数库函数：

```
void CLOCK_InitWithRCO(CLOCK_HCLKSelEnum u32HCLKSel);
```

来进行系统时钟设置，该函数覆盖的应用场景为：

- 使用内部 RCO 时钟源
- 目标主频为 MHz 的整数倍

这时，用户只需要简单的调用函数

```
CLOCK_InitWithRCO(CLOCK_HCLK_150MHZ);
```

就可以完成上述设置。

例 2：使用外部 8MHz 无源晶振，获取 150MHz 系统频率的配置

SPC1068 使用外部晶振的频率为 8MHz，根据公式（1）的要求，需要把 NIN 选为 1 或 2，而 NDIG 需要选为 3 或 4，我们先选择：

NIN = 1

NDIG = 3

根据计算公式（1），得出$\left(NFB_INT + \frac{NFB_FRAC}{65536}\right)$ = 75，于是选择：

NFB_INT = 75

NFB_FRAC = 0

具体配置代码如下：

Example Code

```
/* Select XO as PLL input clock source */
CLOCK->PLLCTL0.bit.RCLKSEL = PLLCTL0_BIT_RCLKSEL_XO;
/* NIN = 1 */
CLOCK->PLLCTL0.bit.NIN = 1;
/* NDIG = 3 */
CLOCK->PLLCTL1.bit.NDIG = 3;
/* PLL闭环 */
CLOCK->PLLCTL0.bit.LOOPCLOSE = 1;
/* NFB_INT = 150 */
CLOCK->PLLCTL1.bit.NFBINTG = 75;
/* NFB_FRAC = 0 */
CLOCK->PLLCTL1.bit.NFBFRAC = 0;

/* PLL Digital clock output enable */
CLOCK->PLLCTL0.bit.DCLKEN = 1;
/* PLL enable */
CLOCK->PLLCTL0.bit.EN = 1;

/* Wait PLL ready  */
while(CLOCK->CLKSTS.bit.PLLDRDY == 0){};

/* Set PLL as the system clock */
CLOCK->GLBCLKCTL.bit.CLK0SEL = GLBCLKCTL_BIT_CLK0SEL_PLL;
CLOCK->GLBCLKCTL.bit.CLK1SEL = GLBCLKCTL_BIT_CLK1SEL_PLL;
```

3 SPC1068 GPIO

SPC1068 的 GPIO 是一种多功能的 IO 接口，从下图可以看出，IO 口的功能主要可以分为两部分：

- GPIO 功能：在 CPU 的控制下接收或输出高低电平
- 与其他外设相连接：把 IO 口上的电平状态传送给与其相连的外设，或者把指定的外设输出连接到 IO 口

除此之外，IO 口还有产生 IO 中断的能力。

图 3-1. GPIO 框图

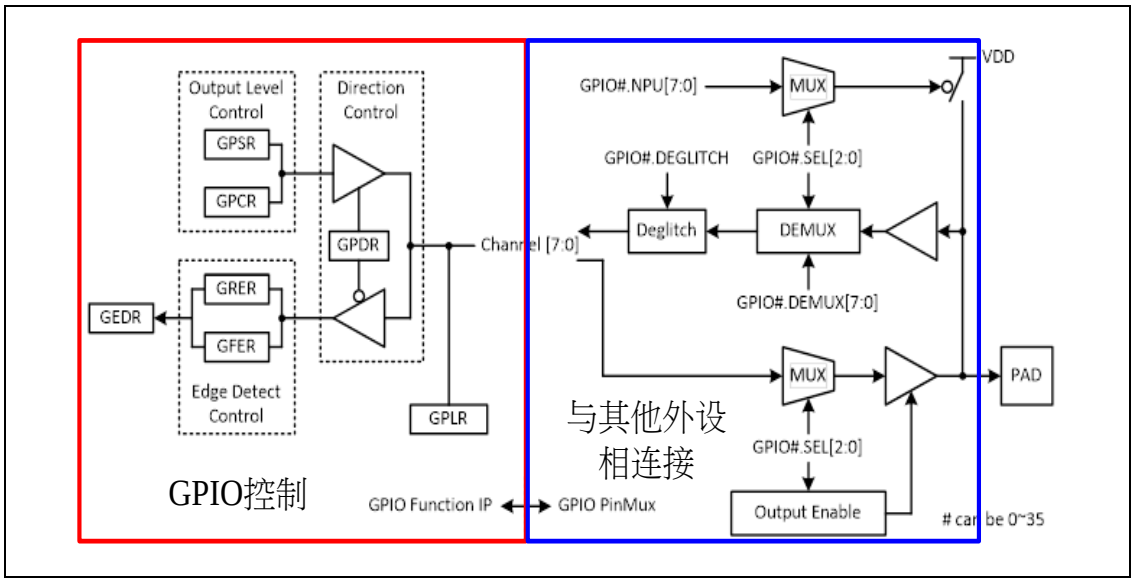
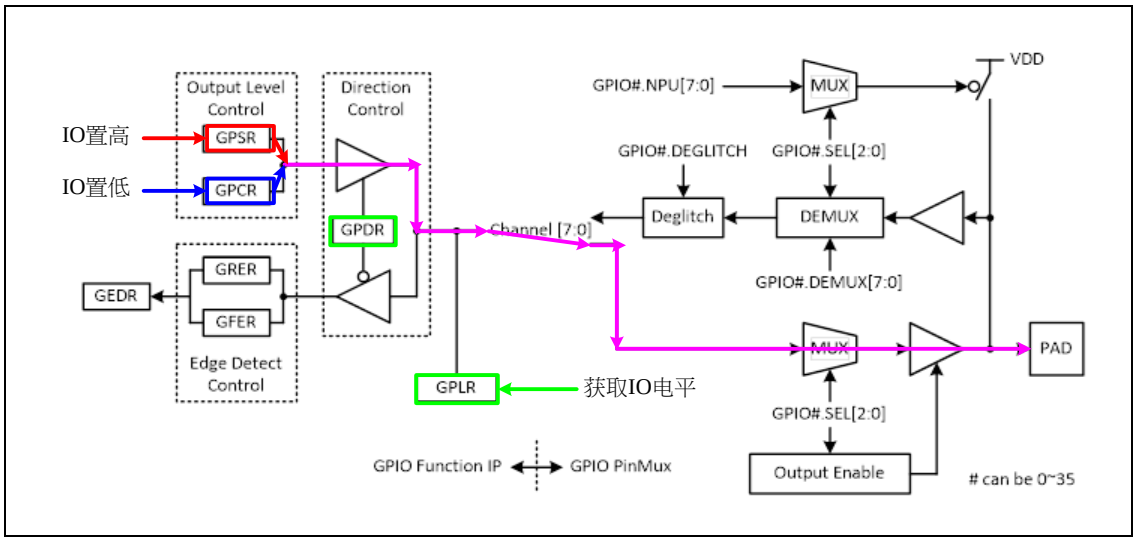


表 3-1. GPIO 函数

API name	API 功能描述
GPIO_WritePin(ePinNum,bitVal)	把序号为 ePinNum 的 IO 口设置为 bitVal 指定的电平状态
GPIO_ReadPin(ePinNum)	获取序号为 ePinNum 的 IO 口电平高低状态
GPIO_TogglePin(ePinNum)	转换序号为 ePinNum 的 IO 口电平高低状态
GPIO_SetPinDir(GPIO_PinEnum ePinNum, GPIO_DirEnum eDir)	设置序号为 ePinNum 的 IO 口为输入或者输出管脚
GPIO_SetEdgeIntMode(GPIO_PinEnum ePinNum, GPIO_EdgeIntEnum eIntType)	设置序号为 ePinNum 的 IO 事件类型： （1）上升沿事件（2）下降沿事件 （3）双边沿事件（4）不产生中断
GPIO_EnableEdgeInt(ePinNum)	使能序号为 ePinNum 的 IO 口边沿触发中断功能
GPIO_DisableEdgeInt(ePinNum)	关闭序号为 ePinNum 的 IO 口边沿触发中断功能
GPIO_GetEdgeIntStatus(ePinNum)	获取序号为 ePinNum 的 IO 口边沿触发中断状态
GPIO_ClearEdgeInt(ePinNum)	清除序号为 ePinNum 的 IO 口边沿触发中断状态标志
GPIO_EnableDeglitch(ePinNum)	使能序号为 ePinNum 的 IO 口的 Deglitch 功能
GPIO_DisableDeglitch(ePinNum)	关闭序号为 ePinNum 的 IO 口的 Deglitch 功能
GPIO_SetDeglitchWindow(eWindow)	设置序号为 ePinNum 的 IO 口的 Deglitch 功能窗口大小

3.1 IO 口读写功能

图 3-2. GPIO 读写配置图



SPC1068 的所有 IO 都可以设定为 GPIO 状态，即用 CPU 去控制 IO 口的电平状态，并通过 CPU 读取 IO 口的状态。如果需要设定 IO 口为 GPIO 输出功能，需要把 GPIO Pin Configuration Register 的 Channel[7:0]设置为 0，即选择 Channel[0]，同时通过 GPDR 寄存器把 IO 口设置为输出。这两个设置现在可以用以下两个封装好的函数来实现：

GPIO_SetPinChannel(GPIO_X, PINMUX_CHANNEL_0)　　// 选定 GPIO_X 为 Channel[0]
GPIO_SetPinDir(GPIO_X, GPIO_OUTPUT/ GPIO_INPUT)　// 设定 GPIO_X 为输入或输出

当设置成为 GPIO 状态时候，信号的通路如图 3-2 所示的彩色路线所示。CPU 可以通过设定以下两个寄存器改写 IO 口的状态：
GPSR：设定 IO 电平状态为高
GPCR：设定 IO 电平状态为低

现在这两个寄存器的设置已经被封装成函数：
GPIO_WritePin(GPIO_OutX, GPIO_LEVEL_HIGH/GPIO_LEVEL_LOW)

而 IO 口电平状态的获取，则可以通过寄存器 GPLR 来得知，对这个寄存器的访问，现在也封装成函数：
GPIO_ReadPin(GPIO_X)
当返回为 GPIO_LEVEL_HIGH 时，电平为高，反之，若返回为 GPIO_LEVEL_LOW，则电平为低。

在下面的例子中，会根据一个 IO 口的电平状态，去更改另一个 IO 口反转的频率，进而去控制一个 LED 灯的闪烁。

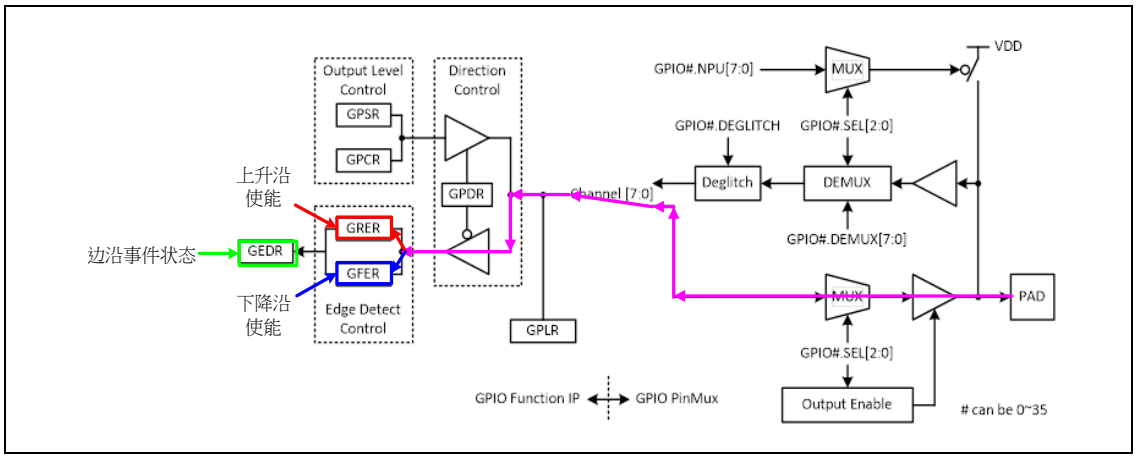
配置代码如下：

Example Code

```
/* Select GPIO pin */
GPIO_InX  = GPIO_1;
GPIO_OutX = GPIO_19;

/* Set GPIO pin function */
GPIO_SetPinAsGPIO(GPIO_InX);
GPIO_SetPinAsGPIO(GPIO_OutX);

/* Set GPIO direction */
GPIO_SetPinDir(GPIO_InX,  GPIO_INPUT);
GPIO_SetPinDir(GPIO_OutX, GPIO_OUTPUT);

while(1)
{
  /* If GPIO_InX = 1, toggle GPIO_X every 100 ms */
  if(GPIO_ReadPin(GPIO_InX) == GPIO_LEVEL_HIGH)
  {
    GPIO_WritePin(GPIO_OutX, GPIO_LEVEL_HIGH);
    Delay_ms(100);

    GPIO_WritePin(GPIO_OutX, GPIO_LEVEL_LOW);
    Delay_ms(100);

    printf("Toggle GPIO_%d every 200 ms\n", GPIO_OutX);
  }
  else /* If GPIO_InX = 0, toggle GPIO_X every 500 ms */
  {
    GPIO_WritePin(GPIO_OutX, GPIO_LEVEL_HIGH);
    Delay_ms(500);

    GPIO_WritePin(GPIO_OutX, GPIO_LEVEL_LOW);
    Delay_ms(500);

    printf("Toggle GPIO_%d every 1 second\n", GPIO_OutX);
  }
}
```

3.2 IO 口中断功能

图 3-3. GPIO 中断配置图



SPC1068 的所有 GPIO 都可以使能 IO 口中断功能，其中所有的 IO 口中断都可以设定为：

- 上升沿触发中断
- 下降沿触发中断
- 上升沿和下降沿触发中断

具体的信号通路如上图中的彩色路径，设置 IO 口为 GPIO 功能，通过 GRER/GFER 两个寄存器分别设定 IO 口为上升沿触发中断/下降沿触发中断，这个功能现在也封装成为了函数，可以按照以下三步进行调用：

- 设置边沿触发类型 GPIO_SetEdgeIntMode(GPIO_InX, GPIO_INT_BOTH_EDGES)
- 使能边沿触发中断 GPIO_EnableEdgeInt(GPIO_InX)
- 使能 CPU 中断 NVIC_EnableIRQ(GPIO_EDGE_IRQn)

下面的例子和上一个例子非常相似，也是通过对 GPIO1 的电平判断来实现对 GPIO19 的转换频率进行控制，所不同的是，上一个例子是通过软件查询的办法来实现，这个例子里将采用 IO 中断的方式。

具体代码如下：

Example Code

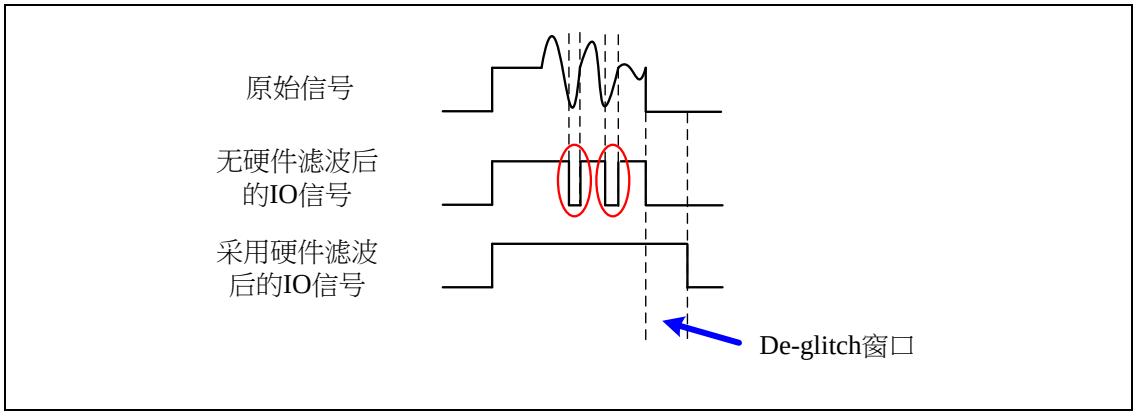
```
{
  GPIO_InX  = GPIO_1;
  GPIO_OutX = GPIO_19;

  /* Set GPIO pin function */
  GPIO_SetPinAsGPIO(GPIO_InX);
  GPIO_SetPinAsGPIO(GPIO_OutX);
  /* Set GPIO direction */
  GPIO_SetPinDir(GPIO_InX,  GPIO_INPUT);
  GPIO_SetPinDir(GPIO_OutX, GPIO_OUTPUT);
  /* GPIO Interrupt configuration: Rising and Falling edge will trigger
```

```
interrupt */
  GPIO_SetEdgeIntMode(GPIO_InX, GPIO_INT_BOTH_EDGES);
  GPIO_EnableEdgeInt(GPIO_InX);
  /* Enable GPIO Edge-trigger interrupt */
  NVIC_EnableIRQ(GPIO_EDGE_IRQn);

  while(1)
  {
    /* If GPIO_InX = 1, toggle GPIO_OutX every 100 ms */
    if(u8Flag)
    {
      GPIO_WritePin(GPIO_OutX, GPIO_LEVEL_HIGH);
      Delay_ms(100);

      GPIO_WritePin(GPIO_OutX, GPIO_LEVEL_LOW);
      Delay_ms(100);

      printf("Toggle GPIO_%d every 200 ms\n", GPIO_OutX);
    }
    /* If GPIO_InX = 0, toggle GPIO_OutX every 500 ms */
    else
    {
      GPIO_WritePin(GPIO_OutX, GPIO_LEVEL_HIGH);
      Delay_ms(500);

      GPIO_WritePin(GPIO_OutX, GPIO_LEVEL_LOW);
      Delay_ms(500);

      printf("Toggle GPIO_%d every 1 second\n", GPIO_OutX);
    }
  }
}

/* GPIO Edge Interrupt Handler */
void GPIOEdge_IRQHandler()
{
  if(GPIO_ReadPin(GPIO_InX))
    u8Flag = 1;
  else
    u8Flag = 0;

  GPIO_ClearEdgeInt(GPIO_InX);
}
```

3.3 IO 口抗尖峰功能

在实际应用过程中，常常遇到 IO 信号不是非常稳定，容易被外部强信号干扰。这时候一般的解决方法是对外部信号进行滤波，这要增加外部的电容或电阻。

图 3-4. Deglitch 滤波



在 SPC1068 中，IO 口带有对外部信号进行硬件滤波的单元，可以消除尖峰干扰带来的影响。这个可以简单的通过配置 De-glitch 寄存器来实现。

比如在上图中，原始信号是一个开关信号，但是开关过程中有可能带有图中的很强的干扰信号，如果不经过滤波，IO 口采集到的信号就会出现波动，如果用这个信号来做保护或其他重要的实时功能，可能会造成系统的误动作。

如果使用了 De-glitch 的滤波功能，就能起到消除尖峰，抗干扰的作用。可以看出在第三个信号中，由于前两个信号宽度过低，所以被硬件滤波处理掉，而稳定的信号在最终反映在 IO 的值上。

这个 De-glitch 窗口的大小，可以通过调整 Deglitch Clock 分频值来设定，这个也要根据实际信号情况来确定。可供调整的值，请见下表：

表 3-2. Deglitch Clock Control Register Definition

Bits	Field Name	Type	Reset	Description
31:3	RESERVED_31_3	RO	0x0	Reserved
2:0	DIV	RW	0x0	De-glitch clock dividing ratio from PCLK 000: Divide by 1 001: Divide by 2 010: Divide by 4 011: Divide by 8 100: Divide by 16 101: Divide by 32 110: Divide by 64 111: Divide by 128

比如在上表中，如果选定 DIV= 0b010，那么 SPC1068 的 IO 单元会对外部信号进行 4 个时钟周期的滤波，可以消除 4 个时钟周期以内的干扰。

在下面的例子里，GPIO28 被配置成为 PWM 输出，GPIO1 配置为 IO 输入，把 PWM 输出到 IO 输入。在 De-glitch 打开的情况下，若 PWM 的频率过高，则信号稳定的时间会很多，若短到少于 De-glitch 配置的宽度，则无法激发 IO 口中断，若 PWM 频率降低，信号稳定时间超过 De-glitch 配置的宽度，则能够正常激发 IO 口中断。

具体代码实现如下：

Example Code

```
#define GPIO_InX      (GPIO_1)
#define GPIO_OutX     (GPIO_19)

{
  uint16_t u16PrdVal = 0;

  /* Enable PWM1 Clock */
  CLOCK_EnableModule(PWM1_MODULE);

  /* Set GPIO as PWM1 output pin */
  GPIO_SetPinChannel(GPIO_28, GPIO28_PWM1A);


  /* Set frequecny of PWM1 */
  u16PrdVal = 500;     /* It can enter interrupt     */
//  u16PrdVal = 40;      /* It can not enter interrupt */
  PWM1->TBPRD.all = u16PrdVal;
  PWM1->CMPA.all = u16PrdVal / 2;   /* PWM Duty = 50% */

  /* Following 3 configurations are by default */
  PWM1->TBCTL.bit.PRDLD      = TBCTL_BIT_PRDLD_TBPRD_FROM_SHADOW;
  PWM1->CMPCTL.bit.SHDWAMODE = CMPCTL_BIT_SHDWAMODE_SHADOW_MODE;
  PWM1->CMPCTL.bit.LOADAMODE = CMPCTL_BIT_LOADAMODE_LOAD_ON_ZERO;

  /* Configure output action */
  PWM1->AQCTLA.bit.CAU = AQCTLA_BIT_CAU_TOGGLE;
  PWM1->AQCTLA.bit.PRD = AQCTLA_BIT_PRD_TOGGLE;

  /* Start PWM1 */
  PWM_CounterRunControl(PWM1, COUNT_UP_AND_RUN);


  /* Set GPIO pin function */
  GPIO_SetPinAsGPIO(GPIO_InX);
  GPIO_SetPinAsGPIO(GPIO_OutX);

  /* Set GPIO direction */
  GPIO_SetPinDir(GPIO_InX,  GPIO_INPUT);
```

```
  GPIO_SetPinDir(GPIO_OutX, GPIO_OUTPUT);

  /* De-glitch settings, if IO signal state in 128 PCLK cycles, then
it is assumed valid */
  GPIO_SetDeglitchWindow(GPIO_DEGLITCH_WINDOW_128);
  GPIO_EnableDeglitch(GPIO_InX);


  /* GPIO Interrupt configuration: Rising edge will trigger interrupt
*/
  GPIO_SetEdgeIntMode(GPIO_InX, GPIO_INT_RISING_EDGE);
  GPIO_EnableEdgeInt(GPIO_InX);

  /* Enable GPIO Edge-triggered interrupt in CPU side */
  NVIC_EnableIRQ(GPIO_EDGE_IRQn);

  while(1)
  {}
}


void GPIOEdge_IRQHandler()
{
  /* Toggle GPIO */
  GPIO_TogglePin(GPIO_OutX);

  printf("x");

  /* Clear interrupt flag */
  GPIO_ClearEdgeInt(GPIO_InX);
}
```

4 修订记录

表 4-1. 文档修订记录

日期	版本	修改内容
2017-09-13	1	初始版本