

关于 Aspirin Imu 传感单元的通讯方式的分析

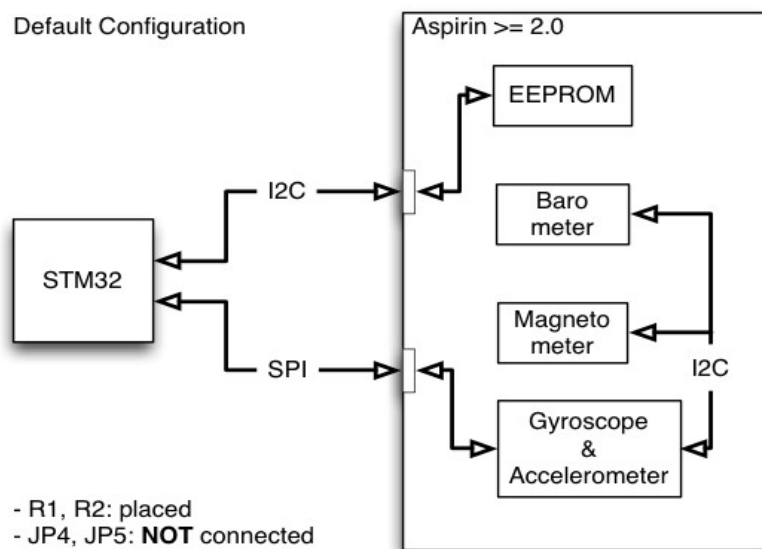
组合移植开发组_xiaoxin_13/05/2

Imu 型号: Aspirin v2.1

Aspirin Feature Matrix

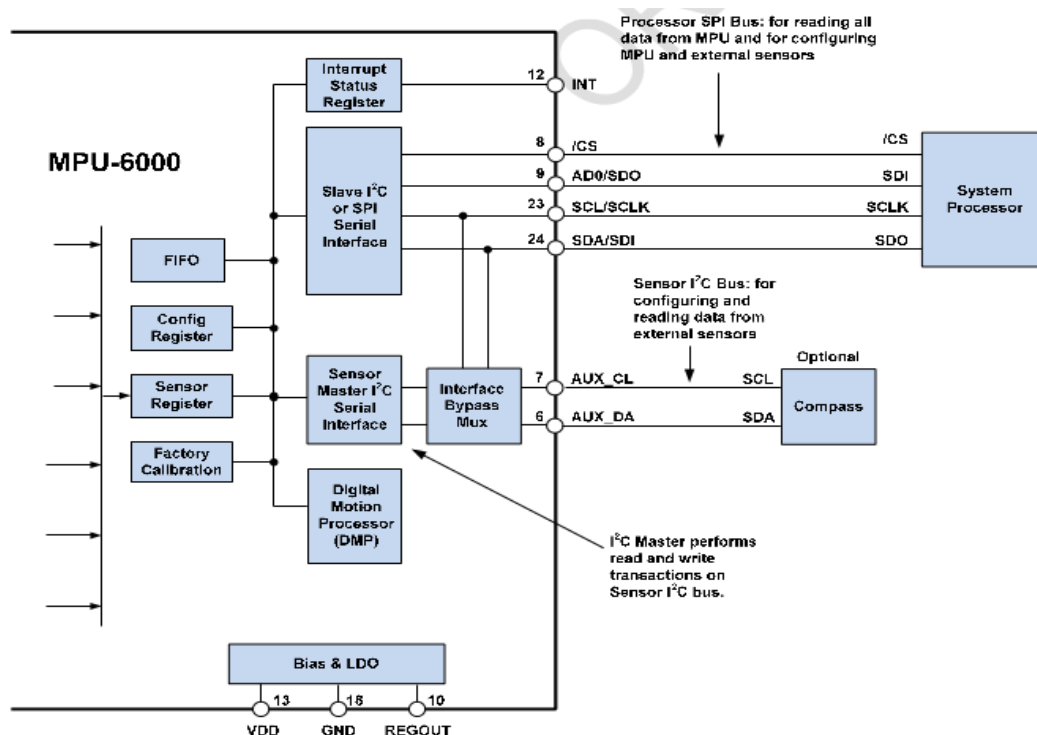
| Version | Accelerometer | Gyroscope | Magnetometer | Barometer | Regulators | EEPROM | Comments |
|---------|---------------|-----------|--------------|-----------|------------------|--------|---|
| v2.2 | MPU-6000 | MPU-6000 | HMC5883 | MS5611 | 1x 3.3V (LP2992) | yes | MS5611 is connected directly to the SPI bus |
| v2.1 | MPU-6000 | MPU-6000 | HMC5883 | MS5611 | 1x 3.3V (LP2992) | yes | MS5611 is connected to the aux I2C of the MPU6000 |
| v2.0 | MPU-6000 | MPU-6000 | HMC5883 | none | 1x 3.3V (LP2992) | yes | |
| v1.5 | ADXL345 | IMU-3000 | HMC5883 | none | 2x 3.3V (LP2992) | yes | |
| v1.4 | ADXL345 | IMU-3000 | HMC5883 | none | 2x 3.3V (LP2992) | yes | |
| v1.3 | ADXL345 | ITG-3200 | HMC5843 | none | 2x 3.3V (LP2992) | yes | |
| v1.2 | ADXL345 | ITG-3200 | HMC5843 | none | 2x 3.3V (LP2992) | yes | |
| v1.1 | ADXL345 | ITG-3200 | HMC5843 | none | 2x 3.3V (LP2992) | yes | |
| v1.0 | ADXL345 | ITG-3200 | HMC5843 | none | 2x 3.3V (LP2992) | yes | Also has SC18IS600 SPI-I2C interface |

通讯方式:



由此可见: stm32 和 asprin2.1 的通讯为: spi 与 mpu6000,i2c 与 e2prom
asprin2.1 内部通讯为: i2cmpu6000 与 hmc5883, ms5661

mpu6000 内部结构:



mpu 内部有 5 个从机 slave:

The processing order for the slaves is fixed. The sequence followed for processing the slaves is Slave 0, Slave 1, Slave 2, Slave 3 and Slave 4. If a particular Slave is disabled it will be skipped.

Each slave can either be accessed at the sample rate or at a reduced sample rate. In a case where some slaves are accessed at the Sample Rate and some slaves are accessed at the reduced rate, the sequence of accessing the slaves (Slave 0 to Slave 4) is still followed. However, the reduced rate slaves will be skipped if their access rate dictates that they should not be accessed during that particular cycle. For further information regarding the reduced access rate, please refer to Register 52. Whether a slave is accessed at the Sample Rate or at the reduced rate is determined by the Delay Enable bits in Register 103.

从机 0 到从机 4,有固定的检测顺序 0,1,2,3,4。其中 0~3 从机是一样的, 从机 4 稍有不同

HMC5883 地磁传感器:

```
// 磁力计三通道的输出速率为7shz,测量模式为: 正常测量配置, 采样平均数: 1,
// 三通道的增益为1090(默认)
// 连续测量模式
mpu_set( MPU60X0_REG_I2C_SLV4_ADDR, (HMC58XX_ADDR >> 1));
mpu_set( MPU60X0_REG_I2C_SLV4_REG, HMC58XX_REG_CFGA); //从机4的内部配置寄存器A: 0x00
mpu_set( MPU60X0_REG_I2C_SLV4_DO, HMC58XX_CRA); //写数据0x06<<2到从机4寄存器A
mpu_set( MPU60X0_REG_I2C_SLV4_CTRL,
        (1 << 7) | // Slave 4 enable
        (0 << 6) | // Byte Swap
        (0 << 0) ); // Full Speed

mpu_wait_slave4_ready();

mpu_set( MPU60X0_REG_I2C_SLV4_ADDR, (HMC58XX_ADDR >> 1));
mpu_set( MPU60X0_REG_I2C_SLV4_REG, HMC58XX_REG_CFGB); //从机内部配置寄存器B: 0x01
mpu_set( MPU60X0_REG_I2C_SLV4_DO, HMC58XX_CRB); //写数据0x01<<5到从机4配置寄存器B
mpu_set( MPU60X0_REG_I2C_SLV4_CTRL,
        (1 << 7) | // Slave 4 enable
        (0 << 6) | // Byte Swap
        (0 << 0) ); // Full Speed

mpu_wait_slave4_ready();

mpu_set( MPU60X0_REG_I2C_SLV4_ADDR, (HMC58XX_ADDR >> 1));
mpu_set( MPU60X0_REG_I2C_SLV4_REG, HMC58XX_REG_MODE);
mpu_set( MPU60X0_REG_I2C_SLV4_DO, HMC58XX_MD); //写数据0x00到从机4
mpu_set( MPU60X0_REG_I2C_SLV4_CTRL,
        (1 << 7) | // Slave 4 enable
        (0 << 6) | // Byte Swap
        (3 << 0) ); // From now on a delayed rate of 1/4 is defined.

// HMC5883 Reading:
// a) write hmc-register to HMC
// b) read 6 bytes from HMC
// 读HMC5883的x轴数据输出寄存器A (高位) 的值
mpu_set( MPU60X0_REG_I2C_SLV0_ADDR, (HMC58XX_ADDR >> 1) | MPU60X0_SPI_READ);
mpu_set( MPU60X0_REG_I2C_SLV0_REG, HMC58XX_REG_DATXM); //从机0的内部寄存器0x03
// Put the enable command as last.
mpu_set( MPU60X0_REG_I2C_SLV0_CTRL,
        (1 << 7) | // Slave 0 enable
        (0 << 6) | // Byte Swap
        (6 << 0) ); // Read 6 bytes
```

对 hmc5883 进行参数配置时使用从机 4,此时为写状态, 读数据时使用从机 0。对同一个从机进行操作时必须加延时, 不同的从机之间进行操作不需要加延时。另外 hmc 从机地址默认为: 0x3c (写) 和 0x3d (读)

对 hmc5883 配置时主要包括三个寄存器:

配置寄存器 A, B, 模式寄存器

配置寄存器 A

配置寄存器是用来配置该装置设置的数据输出速率和测量配置。 CRA0 通过 CRA7 表明位的位置, 用 CAR 指示在配置寄存器中的位。 CRA7 指示数据流的第一位。括号中的数目显示是该位的默认值。

| CRA7 | CRA6 | CRA5 | CRA4 | CRA3 | CRA2 | CRA1 | CRA0 |
|------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| (1) | MA1 (1) | MA0 (1) | DO2 (1) | DO1 (0) | DO0 (0) | MS1 (0) | MS0 (0) |

表3: 配置寄存器 A

| 位置 | 名称 | 描述 |
|-------------|-----------|---|
| CRA7 | CRA7 | 这个位必须清除以正确运行。 |
| CRA6至 CRA5 | MA1至MA0 | 在每次测量输出中选择采样平均数 (1-8) 00=1; 01=2; 10=4; 11=8(缺省) |
| CRA4 至 CRA2 | DO2 至 DO0 | 数据输出速率位。这些位设置数据写入所有三个数据输出寄存器的速度。 |
| CRA1 至 CRA0 | MS1 至 MS0 | 测量配置位。这些位定义装置的测量流程, 特别是是否纳入适用的偏置到测量中去。 |

配置寄存器 B

配置寄存器 B 设置装置的增益。CRB0 通过 CRB7 识别位的位置，用 CRB 指示在配置寄存器里的位。CRB7 表示数据流中的第一位。括号中的数目显示的是位的默认值。

| | | | | | | | |
|---------|---------|---------|------|------|------|------|------|
| CRB7 | CRB6 | CRB5 | CRB4 | CRB3 | CRB2 | CRB1 | CRB0 |
| GN2 (0) | GN1 (0) | GN0 (1) | (0) | (0) | (0) | (0) | (0) |

表 7：配置寄存器 B

| 位置 | 名称 | 描述 |
|-------------|----------|---------------------------------|
| CRB7 至 CRB5 | GN2 至GN0 | 增益配置位。这些位为装置设定增益。对所有通道增益配置是共同的。 |
| CRB4至 CRB0 | 0 | 这一位必须清除以正确运行。 |

表 8：配置寄存器 B 数据位设置说明

模式寄存器

该寄存器是一个8位可读可写的寄存器。该寄存器是用来设定装置的操作模式。MR0通过MR7识别位的位置，MR 表明模式寄存器里的位。MR7指示数据流中的第一位。括号中的数字显示的是位的默认值。

| | | | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---------|---------|
| MR7 | MR6 | MR5 | MR4 | MR3 | MR2 | MR1 | MR0 |
| (1) | (0) | (0) | (0) | (0) | (0) | MD1 (0) | MD0 (1) |

表 10：模式寄存器

| 位置 | 名称 | 描述 |
|----------|---------|-----------------------------------|
| MR7 至MR2 | 0 | 这些位必须清除以正确运行。每一次单测量操作后MR7位在内部设置好。 |
| MR1 至MR0 | MD1至MD0 | 模式选择位。用于设定装置的操作模式。 |

MS5661 气压传感器

```

*/
//MS5611的读
// Full Rate Request For Pressure向气压计的“最大速度”的请求
mpu_set( MPU60X0_REG_I2C_SLV2_ADDR, (MS5611_ADDR0));
mpu_set( MPU60X0_REG_I2C_SLV2_DO, 0x48);
// Put the enable command as last.将使能命令放在最后
mpu_set( MPU60X0_REG_I2C_SLV2_CTRL,
        (1 << 7) | // Slave 2 enable从机2写1字节
        (0 << 6) | // Byte Swap
        (1 << 5) | // Rtg Dis: Write Only
        (1 << 0) ); // Write 1 byte

// Reduced rate request For Temperature: Overwrites the Pressure Request
//向温度端发出减小速度的请求：重新写气压计请求
mpu_set( MPU60X0_REG_I2C_SLV3_ADDR, (MS5611_ADDR0));
mpu_set( MPU60X0_REG_I2C_SLV3_DO, 0x58);
// Put the enable command as last.
mpu_set( MPU60X0_REG_I2C_SLV3_CTRL,
        (1 << 7) | // Slave 3 enable从机3写1字节
        (0 << 6) | // Byte Swap
        (1 << 5) | // Rtg Dis: Write Only
        (1 << 0) ); // Write 1 byte

mpu_set( MPU60X0_REG_I2C_SLV1_ADDR, (MS5611_ADDR0) | MPU60X0_SPI_READ);
mpu_set( MPU60X0_REG_I2C_SLV1_REG, MS5611_REG_ADCREAD);
// Put the enable command as last.
mpu_set( MPU60X0_REG_I2C_SLV1_CTRL,
        (1 << 7) | // Slave 1 enable从机1读6字节
        (0 << 6) | // Byte Swap
        (3 << 0) ); // Read 6 bytes

```

ms5661 气压计里面分为两个测试：气压测试和温度测试，温漂会影响气压值，通过温度和气压值的融合使得高度测试值更加准确。

ms5661 的从机地址值为 0111_011Cx,Cx 与 CSB 相关。由该引脚值决定。

D1 和 D2 里面分别是气压和温度的数字值

COMMANDS

Each I²C communication message starts with the start condition and it is ended with the stop condition. The MS5611-01BA address is 111011Cx, where C is the complementary value of the pin CSB. Since the IC does not have a microcontroller inside, the commands for I²C and SPI are quite similar.

will return 24 bit result and after the PROM read 16bit result. The address of the PROM is embedded inside of the PROM read command using the a2, a1 and a0 bits.

| | Command byte | | | | | | | | hex value |
|-----------------------|--------------|-----|---|-----|-------------|-------------|-------------|------|-----------------|
| Bit number | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | |
| Bit name | PR | COV | - | Typ | Ad2/ Os2 | Ad1/ Os1 | Ad0/ Os0 | Stop | |
| Command | | | | | | | | | |
| Reset | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0x1E |
| Convert D1 (OSR=256) | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0x40 |
| Convert D1 (OSR=512) | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0x42 |
| Convert D1 (OSR=1024) | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0x44 |
| Convert D1 (OSR=2048) | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0x46 |
| Convert D1 (OSR=4096) | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0x48 |
| Convert D2 (OSR=256) | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0x50 |
| Convert D2 (OSR=512) | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0x52 |
| Convert D2 (OSR=1024) | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0x54 |
| Convert D2 (OSR=2048) | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0x56 |
| Convert D2 (OSR=4096) | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0x58 |
| ADC Read | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0x00 |
| PROM Read | 1 | 0 | 1 | 0 | Ad2 | Ad1 | Ad0 | 0 | 0xA0 to 0xAE |

Figure 4: Command structure