

## icm20602 레지스터 튜닝

2022-06-20 지규선

### 1. (TDK 시리즈) SPI용 자이로 센서 에러율

- mpu6000: 단종
- mpu6500:  $\pm 3\%$ , 자이로 노이즈 0.01
- **icm20602:  $\pm 1\%$ , 자이로 노이즈 0.004**
- icm20948: gyro( $\pm 1.5\%$ ), accel( $\pm 0.5\%$ )
- icm40605 | icm42605 | icm42688-P:  $\pm 0.5\%$

### 2. icm-20602 메뉴얼 [DS-000176-ICM-20602-v1.0.pdf](#)

> 특이점: **20,000g** shock reliability

> Self-test registers:

- CONFIG(0x1A16, 2610): 0x80
- PWR\_MGMT\_1(0x6B, 107): 0x41 // 0100 0001: sleep 모드
- WHO\_AM\_I(0x75, 117): 0x12

[비교] mpu6500 self-test registers:

- PWR\_MGMT\_1(0x6B, 107): 0x01
- WHO\_AM\_I(0x75, 117): 0x70

### 3. icm-20602 레지스터 설정

① PWR\_MGMT\_1:

DEVICE\_RESET bit[7]가 1 일 경우, 자기 자신을 포함한 모든 레지스터 0 으로 초기화

- `spi1_write(PWR_MGMT_1, 0x80); // 1000 0000`

[Sample 1]

// reset All Registers, including PWR\_MGMT\_1.

`spi1_write(PWR_MGMT_1, 0x80);`

`uint8_t config = spi1_read(CONFIG);`

`uint8_t whoami = spi1_read(WHOAMI);`

`uint8_t power_management = spi1_read(PWR_MGMT_1);`

`printf("%X %X %X\n", config, whoami, power_management); // output: 0 0 0`

[Sample 2]

```
uint8_t config = spi1_read(CONFIG);
uint8_t whoami = spi1_read(WHOAMI);
uint8_t power_management = spi1_read(PWR_MGMT_1);
printf("%X %X %X\n", config, whoami, power_management); //output: 80 12 41
```

## ② PWR\_MGMT\_1:

It is required that CLKSEL[2:0] be set to 001 to achieve full gyroscope performance.

- `spi1_write(PWR_MGMT_1, 0x01);`

## ③ SIGNAL\_PATH\_RESET:

엑셀과 온도 digital signal path 초기화

- `spi1_write(SIGNAL_PATH_RESET, 0x03);`

## ④ PWR\_MGMT\_2:

accel\_x, y, z & gyro\_x, y, z 켜기(준비)

- `spi1_write(PWR_MGMT_2, 0x00);`

## ⑤ CONFIG:

자이로 저역통과필터 적용 및 자료산출 빈도(data sampling rate) 결정

- `spi1_write(CONFIG, 0x03);`

FCHOICE_B		DLPF_CFG	Gyroscope			Temperature Sensor
<1>	<0>		3-dB BW (Hz)	Noise BW (Hz)	Rate (kHz)	3-dB BW (Hz)
X	1	X	8173	8595.1	32	4000
1	0	X	3281	3451.0	32	4000
0	0	0	250	306.6	8	4000
0	0	1	176	177.0	1	188
0	0	2	92	108.6	1	98
0	0	3	41	59.0	1	42
0	0	4	20	30.5	1	20
0	0	5	10	15.6	1	10
0	0	6	5	8.0	1	5
0	0	7	3281	3451.0	8	4000

## ⑥ GYRO\_CONFIG:

자이로의 (초당) 각속도 범위 설정

- `spi1_write(GYRO_CONFIG, 0x08); //0000 1000=>±500엔`

BIT	NAME	FUNCTION
[7]	XG_ST	X Gyro self-test
[6]	YG_ST	Y Gyro self-test
[5]	ZG_ST	Z Gyro self-test
[4:3]	FS_SEL[1:0]	Gyro Full Scale Select: 00 = ±250 dps 01 = ±500 dps 10 = ±1000 dps 11 = ±2000 dps
[2]	-	Reserved
[1:0]	FCHOICE_B[1:0]	Used to bypass DLPF as shown in table 1 above.

## ⑦ ACCEL\_CONFIG:

엑셀 가속도 범위 설정

- `spi1_write(ACCEL_CONFIG, 0x10); //10000 => ±8g`

BIT	NAME	FUNCTION
[7]	XA_ST	X Accel self-test
[6]	YA_ST	Y Accel self-test
[5]	ZA_ST	Z Accel self-test
[4:3]	ACCEL_FS_SEL[1:0]	Accel Full Scale Select: ±2g (00), ±4g (01), ±8g (10), ±16g (11)
[2:0]	-	Reserved

참고:

미세한 회전각(또는 각속도)을 정확하고 섬세하게 측정하려면 자이로 또는 엑셀의 Full Scale 을 낮게 설정하고, 크고 빠른 회전각(또는 각속도)을 측정하려면 그 값을 크게 설정한다. 주행드론은 전자, 레이싱 드론은 후자!

Gyro | Accel 의 ADC Resolution 은  $16\text{bit}(2^{16} = 65,536)$ 이다.

만일 자이로 각속도 범위를  $\pm 500$  으로 설정한다면,

- $65,536(\text{LSB}) / 1000(\text{dps}) = 65.5 (\text{LSB} / \text{dps})$

Full-Scale Range	FS_SEL=0	±250	dps
	FS_SEL=1	±500	dps
	FS_SEL=2	±1000	dps
	FS_SEL=3	±2000	dps
Gyroscope ADC Word Length		16	bits
Sensitivity Scale Factor	FS_SEL=0	131	LSB/(dps)
	FS_SEL=1	65.5	LSB/(dps)
	FS_SEL=2	32.8	LSB/(dps)
	FS_SEL=3	16.4	LSB/(dps)

만일 엑셀 가속도 범위를 +-8 로 설정한다면,

- $65,536(\text{LSB}) / 16(\text{g}) = 4,096 (\text{LSB} / \text{g})$

Full-Scale Range	AFS_SEL=0	±2	<i>g</i>
	AFS_SEL=1	±4	<i>g</i>
	AFS_SEL=2	±8	<i>g</i>
	AFS_SEL=3	±16	<i>g</i>
ADC Word Length		16	bits
Sensitivity Scale Factor	AFS_SEL=0	16,384	LSB/ <i>g</i>
	AFS_SEL=1	8,192	LSB/ <i>g</i>
	AFS_SEL=2	4,096	LSB/ <i>g</i>
	AFS_SEL=3	2,048	LSB/ <i>g</i>

#### ⑧ ACCEL\_CONFIG2

엑셀 저역통과필터 적용 및 자료산출 빈도(data sampling rate) 결정

- `spi1_write(ACCEL_CONFIG2, 0x03);`

ACCEL_FCHOICE_B	A_DLPF_CFG	Accelerometer		
		3-dB BW (Hz)	Noise BW (Hz)	Rate (kHz)
1	X	1046.0	1100.0	4
0	0	218.1	235.0	1
0	1	218.1	235.0	1
0	2	99.0	121.3	1
0	3	44.8	61.5	1
0	4	21.2	31.0	1
0	5	10.2	15.5	1
0	6	5.1	7.8	1
0	7	420.0	441.6	1

\* 비교 - mpu6500에서는 delay(ms)를 명시함.

ACCEL_FCHOICE_B	A_DLPF_CFG	Output			
		Bandwidth (Hz)	Delay (ms)	Noise Density (ug/rHz)	Rate (kHz)
1	X	1.13 K	0.75	220	4
0	0	460	1.94	220	1
0	1	184	5.80	220	1
0	2	92	7.80	220	1
0	3	41	11.80	220	1
0	4	20	19.80	220	1
0	5	10	35.70	220	1
0	6	5	66.96	220	1
0	7	460	1.94	220	1

#### ⑨ SMPLRT\_DIV:

센서의 자료 산출 빈도(sampling rate | update rate)를 1KHz, GYRO\_CONFIG 와 ACCEL\_CONFIG2 의 FCHOICE\_B 비트를 0 으로 설정했을 때만 사용될 수 있다. 그냥, 자이로 & 액셀센서가 저역필터를 이용할 때, 즉 산출빈도가 1KHz 일 때만 사용할 수 있는 레지스터라고 생각하자! 만일 (FCHOICE\_B 비트 > 0)이면 저역필터를 사용하지 않겠다는 뜻이며, 따라서 SMPLRT\_DIV 를 이용할 수 없다.

- `spi1_write(SMPLRT_DIV, 0x00);`

[공식]

최종  $SAMPLE\_RATE = INTERNAL\_SAMPLE\_RATE / (1 + SMPLRT\_DIV)$ ,

Where INTERNAL\_SAMPLE\_RATE = 1 kHz

[적용]

- $1\text{KHz} = 1\text{KHz} / (1 + 0)$ , SMPLRT\_DIV = 0