

LABORATORIUM SYSTEMÓW WBUDOWANYCH I MIKROPROCESORÓW

Blok 2: Czujniki mikromechaniczne- wersja zdalna

Protokół wykonania ćwiczenia

Temat: Zapoznanie się z ideą pomiaru przyspieszenia za pomocą scalonego akcelerometru.

| | | | | |
|-----------------|-----------|---------|---------------|------------------|
| Data | 6.05.2021 | Godzina | 14:30 | |
| Nazwisko i Imię | | | Numer indeksu | Grupa dziekańska |
| Maciej Adryan | | | 175854 | III |
| | | | | |

AD. 3:

Akcelerometr MEMS składa się z zamocowanej na sprężystych elementach masy swobodnej oraz zintegrowanych kondensatorów. Przy zmianie położenia układu masa swobodna poruszając się oddziałuje na elementy sprężyste zmieniając odległości pomiędzy zintegrowaną z nią okładziną a okładzinami kondensatorów co powoduje zmianę ich pojemności co zostaje odczytane przez dedykowany, zintegrowany układ. Danymi wyjściowymi z czujnika są najczęściej wartości napięcia, która zostaje przetłumaczona na interesujące dane przez zintegrowany układ elektroniczny.

AD. 5:

| Wartości przyspieszenia | Położenie czujnika względem powierzchni Ziemi | | | | | |
|-------------------------|---|------------|------------|-------------|------------|-------------|
| | A | B | C | D | E | F |
| X_Accl (g) | 0.00 ±0.02 | 0.00 ±0.02 | 0.00 ±0.02 | 0.00 ±0.02 | 1.00 ±0.02 | -1.00 ±0.02 |
| Y_Accl (g) | 0.00 ±0.02 | 0.00 ±0.02 | 1.00 ±0.02 | -1.00 ±0.02 | 0.00 ±0.02 | 0.00 ±0.02 |
| Z_Accl (g) | -1.00 ±0.02 | 1.00 ±0.02 | 0.00 ±0.02 | 0.00 ±0.02 | 0.00 ±0.02 | 0.00 ±0.02 |

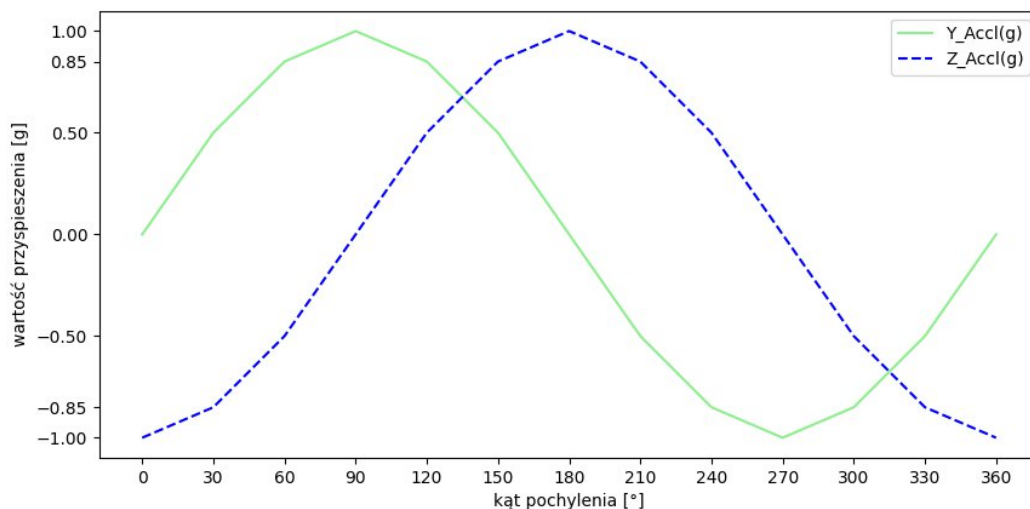
Wnioski

- Dlaczego dla każdej orientacji czujnika z tabeli 1 otrzymujemy podobny zestaw wyników różniący się zaledwie znakiem jednej składowej x, y lub z?
 - Ponieważ ich położenie w zadanych osiach jest jednakowe, różnią się one jednak wektorem normalnym, dokonujemy jedynie zmiany zwrotu względem zadanej osi.
- Dlaczego wielkości mierzone przyjmują takie a nie inne wartości?
 - ponieważ wartości te są składowymi wektora przyspieszenia i są one znormalizowane do wektorów jednostkowych.
- W jakich jednostkach i co mierzą akcelerometry mikro-mechaniczne w czasie spoczynku w ww. orientacjach względem powierzchni ziemi
 - Mierzą one siłę przyciągania ziemskiego wywieraną na masę swobodną w trzech płaszczyznach. Wyrażane są w jednostkach [g] czyli jako wielokrotności wartości przyciągania ziemskiego $g \approx 9.8m/s^2$
- Dlaczego mimo zmiany orientacji czujnika wokół osi Z (kąt yaw) przy zerowych kątach roll i pitch nie zmieniają się rejestrowane wielkości mierzone. Czy zatem możliwy jest pomiar kąta yaw za pomocą akcelerometru?
 - Ruch rotacyjny w przypadku pozycji neutralnej nie może zostać wykryty ponieważ kąt przy osi Z ma ten sam kierunek i zwrot co siła przyciągania ziemskiego. Pomiar kąta yaw za pomocą instrumentu nie jest możliwy.

AD.6:

| Kąt [°] | 0 | 30 | 60 | 90 | 120 | 150 | 180 | 210 | 240 | 270 | 300 | 330 | 360 |
|------------|----|-------|------|----|------|------|-----|------|-------|-----|-------|-------|-----|
| X_Accl (g) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Y_Accl (g) | 0 | 0.5 | 0.85 | 1 | 0.85 | 0.5 | 0 | -0.5 | -0.85 | -1 | -0.85 | -0.5 | 0 |
| Z_Accl (g) | -1 | -0.85 | -0.5 | 0 | 0.5 | 0.85 | 1 | 0.85 | 0.5 | 0 | -0.5 | -0.85 | -1 |

(±0.02 dla każdej wartości)



Wniosek:

Otrzymane funkcje przypominają funkcje trygonometryczne na przestrzeni 2π — $Y_Acc(g)$ reprezentuje funkcję $\sin(x)$ a $Z_Acc(g)$ reprezentuje funkcję $\cos(x)$ gdzie g jest odpowiednikiem x . Składowa x nie zmienia się ponieważ położenie jej płaszczyzny względem położenia ziemi nie zmieniło się podczas obracania.

AD.7.

Zaproponowana metoda określania kąta pochylenia:

Wzorując się na wzorze podanym w instrukcji laboratoryjnej można napisać poniższy kod, jednak po analizie i napisaniu programu można zauważyć, iż nie została podana informacja co zrobić w przypadku gdy $g_z = 0$. Ponadto zdecydowana większość wyników nie zgadza się z przewidywanymi.

W pliku .cpp zawarłem swoją propozycję otrzymania prawidłowych wyników dla kąta pochylenia (ROLL) oraz porównanie działania mojego wzoru oraz wzoru z instrukcji. Serdecznie proszę o weryfikację mojej hipotezy.

| | | |
|----------------------|--------------------|-----------------------|
| oczekiwany: 0.0000 | moj wzor: 0.0000 | instrukcja: -nan(ind) |
| oczekiwany: 30.0000 | moj wzor: 30.4655 | instrukcja: 149.5345 |
| oczekiwany: 60.0000 | moj wzor: 59.5345 | instrukcja: 120.4655 |
| oczekiwany: 90.0000 | moj wzor: 90.0000 | instrukcja: -nan(ind) |
| oczekiwany: 120.0000 | moj wzor: 120.4655 | instrukcja: 59.5345 |
| oczekiwany: 150.0000 | moj wzor: 149.5345 | instrukcja: 30.4655 |
| oczekiwany: 180.0000 | moj wzor: 180.0000 | instrukcja: 0.0000 |
| oczekiwany: 210.0000 | moj wzor: 200.8553 | instrukcja: -20.8553 |
| oczekiwany: 240.0000 | moj wzor: 239.5345 | instrukcja: -59.5345 |
| oczekiwany: 270.0000 | moj wzor: 270.0000 | instrukcja: -nan(ind) |
| oczekiwany: 300.0000 | moj wzor: 300.4655 | instrukcja: -120.4655 |
| oczekiwany: 330.0000 | moj wzor: 329.5345 | instrukcja: -149.5345 |

```
double calculateRoll(X_Accl(g), Y_Accl(g), Z_Accl(g)):
```

```
{
```

```
//Przypisanie wartości odczytanych z czujnika.
```

```
gx = X_Accl(g);
```

```
gy = Y_Accl(g);
```

```
gz = Z_Accl(g);
```

```
//Obliczenie inicjalnej wersji składowej roll za pomocą wzoru (2) z wykorzystaniem wszystkich trzech składowych.
```

```
 $\beta_2 = \arctan(g_y / \sqrt{g_x^2 + g_z^2});$ 
```

```
//Przeliczenie otrzymanej wartości na zakres kąta pełnego w zależności od jego aktualnej wartości.
```

```
if (gz > 0)
```

```
{
```

```
return  $\beta_2$ ;
```

```
}
```

```
else if (gz < 0 &&  $\beta_2$  > 0)
```

```
{
```

```
return 180° -  $\beta_2$ ;
```

```
}
```

```
else if (gz < 0 &&  $\beta_2$  < 0)
```

```
{
```

```
return -180° -  $\beta_2$ ;
```

```
}
```

```
else //Jesli podano złe dane
```

```
{
```

```
throw „Wrong data provided!”;
```

```
}
```

```
}
```

AD.8.

| | | | |
|-----------------------------|-------------------|----------------------------|-------------------------------|
| Model czujnika | ADIS 16300 | | |
| Adres rejestru osi X | 0x0A | Zakres pomiarowy | ±3 g measurement range |
| Adres rejestru osi Y | 0x0C | Czułość czujnika | 6 * 10⁻⁴ g |
| Adres rejestru osi Z | 0x0E | Liczba bitów danych | 14-bit |