

Caracterizaci3n del aceler3n

1.1. Objetivos

Se realiza una serie de pruebas con el fin de caracterizar el aceler3n de tres ejes de la IMU.

1.2. Materiales

- IMU
- Semiculo
- Set de planos inclinados

1.3. Procedimiento

1.3.1. No idealidades

Basados en la extensa literatura existente (Calibration of a MEMS inertial measurement unit, Isaac Slog, Peter Handel) sobre calibraci3n de sensores de la tecnolog3a MEMS, se encuentran que existen diversas no idealidades que afectan la lectura de los valores de aceleraci3n registrados por el aceler3n. Las no idealidades detectadas a considerar son:

- Relaci3n de aceleraci3n del aceler3n no lineal.
- No ortogonalidad de los ejes
- Drift aleatorio
- Variaci3n de las medidas con la temperatura
- Ruido inherente

Relaci lineal

En la hoja de datos del acelerro MMA7260Q se declara que en cualquiera de los tres ejes los errores debido a una respuesta no lineal es en el peor caso $\pm 1.0\%$ del valor de fondo de escala.

Por lo tanto se decide considerar para el acelerro una respuesta lineal.

No ortogonalidad de los ejes

Debido a defectos de construccis ejes de sensibilidad del dispositivo pueden no ser ortogonales. Evidentemente si no se considera este aspecto se tendr error, que puede ser importante, en las medidas de aceleraci modo de ejemplo, el acelerro en reposo colocado horizontalmente deberedir una aceleraciual a g en el eje vertical y cero en los ejes perpendiculares al primero. Debido a la no ortogonalidad del dispositivo se pueden tener entonces medidas que no coincidan con la realidad. Se modela esta no idealidad considerando la siguiente relacitre la aceleracidida en cada eje de sensibilidad del acelerro y la aceleracidida en el sistema solidario a la plataforma:

$$a^p = T_a^p a^a T_a^p = \begin{pmatrix} 1 & -\alpha_{yz} & \alpha_{yz} \\ -\alpha_{xz} & 1 & -\alpha_{zx} \\ -\alpha_{xy} & \alpha_{yx} & 1 \end{pmatrix}$$

Donde α_{ij} es la rotacil i-mo eje de sensibilidad del acelerro sobre el j-esimo eje del sistema de la plataforma.

Definiendo el sistema de la plataforma de forma que el eje de coordenadas x^p coincida con el eje x^a y definiendo el eje y^p de forma que el eje y^p se encuentre en el plano definido por x^a y y^a .
Institution of Engineering and Technology 2004.

$$T_a^p = \begin{pmatrix} 1 & -\alpha_{yz} & \alpha_{yz} \\ 0 & 1 & -\alpha_{zx} \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

Estos partros son constantes ya que su origen es puramente de construccie puede asumir que las orientaciones se mantendrurante la vida til del sensor.

Drift aleatorio y variaci las medidas con la temperatura

La salida del acelerro es una tensie luego es convertida a un nivel digital gracias a un conversor AD. Asumiendo un modelo lineal, la relacitre la aceleracia medida realizada se puede expresar matricialmente de la siguiente forma:

$$\tilde{a}^a K_a a^a + b_a$$

donde K_a es una matriz que representa el factor de escala para convertir del valor digital a una aceleracirrespondiente. b_a no es otra cosa que un tino independiente para corregir la posicil cero, que no necesariamente corresponde a la mitad de la escala digital. Estos dos partros poseen algunas de las fuentes de error que resulta mifl de corregir. Resulta que dichos partros var con la temperatura, por lo tanto se pueden observar algunas variaciones segn la estacil al momento del d A su vez, dichos partros poseen un drift aleatorio.

Podemos pensar estos partros como un valor estco mn valor relativamente pequee varegn estas descripciones. En una primera instancia intentaremos caracterizar los valores estcos.

Ruido Inherente

Existe además ruido inherente del cual no nos preocuparemos en demasía que el mismo se modela como un proceso estocástico de distribución normal y media nula. Por lo tanto, en esta etapa de calibración se tomarán muchas muestras y se promediarán se puede trabajar sin considerar este ruido.

1.3.2. Determinación de los tipos de mediciones

Como se desprende de la sección anterior, para poder calibrar el acelerómetro se deben determinar nueve tipos. Por dicho motivo, se precisan realizar al menos 9 mediciones diferentes. Para mejorar los resultados se trabajarán 18 mediciones y se procederá a determinar los tipos que minimizan el error cuadrático medio entre los valores efectivamente medidos y los valores reales.

Dichas mediciones serán

- Tipos (Diferentes orientaciones)
- Tipos (Movimientos circulares a distintos radios)

Previos

Para realizar una buena calibración muy importante contar con una figura geométrica en forma de paralelepípedo de forma de poder solidarizar la IMU a dicho objeto. De esta forma nos aseguramos que no se realizan errores a la hora de orientar un eje en una dirección circular. Del mismo modo, es ideal disponer de una superficie perpendicular a la vertical. Con dicho motivo se precisará una mesa nivelable y un nivel.

Mediciones de tipos

En reposo el acelerómetro medirá fuerza igual a g en la dirección vertical y hacia "arriba". En cada uno de los ejes de sensibilidad del acelerómetro se medirá la proyección ortogonal de dicho vector gravedad sobre cada eje. De esta forma, con distintas orientaciones se obtendrá una descomposición.

Se repetirán mediciones en 9 direcciones distintas.

Mediciones de tipos

Utilizando un dispositivo que gire a velocidad constante y conocida se puede determinar la aceleración centrípeta de un cuerpo solidario a dicho dispositivo a una cierta distancia del eje de giro.

A priori, la forma sencilla de realizar dichas mediciones es utilizando un tocadisco. Sin embargo este aparato tiene la desventaja que las velocidades angulares son relativamente pequeñas por ende no se logran aceleraciones centrípetas mayores que g . Por lo tanto a la hora de realizar la calibración tendremos puntos en el rango $[-g : g]$

1.3.3. Caracterización de las no idealidades variables