



## Trabajo Práctico

### TRANSFORMACIONES

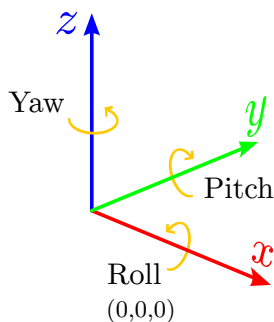
## 1. Entrega

Se deberá entregar un informe realizado en Lyx<sup>1</sup> o L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X con los ejercicios resueltos y explicando la solución según lo vea necesario para su comprensión. Para realizar gráficos se recomienda la utilización de la herramienta inkscape<sup>2</sup>. Para el código se debe proveer el link de un repositorio git junto con un archivo README.md con las instrucciones de ejecución.

## 2. Ejercicios

Esta práctica es para ponerse a punto con transformaciones.

**Ejercicio 1.** Para el sistema de coordenadas canónico de un robot móvil (x: hacia adelante, y: hacia la izquierda, z: hacia arriba) dibujar y resolver matemáticamente el sistema de coordenadas resultante luego de aplicar las rotaciones dadas.



$$R_y(90^\circ)$$

$$R_x(-90^\circ)R_y(90^\circ)$$

$$R_z(180^\circ)R_x(-90^\circ)R_y(90^\circ)$$

**Ejercicio 2.** Dada los siguientes ángulos de Euler ( $\alpha = \frac{4\pi}{7}, \beta = \frac{\pi}{2}, \gamma = -\frac{\pi}{3}$ ), con orden  $xyz$  (primero rotación en  $x$ , luego en  $y$  y finalmente en  $z$ ) utilizando Rotación Intrínseca. Se pide:

- Calcular la matriz de Rotación resultante  $R = R_x(\alpha)R_y(\beta)R_z(\gamma)$ .
- Utilizando la matriz de rotación calculada  $R$ , extraer matemáticamente los Ángulos de Euler. Explicar.

**Ejercicio 3.** Dado el siguiente escenario,

- un robot A que encuentra en la posición  $(2, 3)$  con orientación  $45^\circ$  en coordenadas del mundo
- un robot B que se encuentra en la posición  $(1, 1)$  con orientación  $-45^\circ$  en el sistema de coordenadas del robot A.
- un punto  ${}^W\mathbf{p1} = (1, 5)$  en coordenadas del mundo.
- un punto  ${}^A\mathbf{p2} = (1, 2)$  en coordenadas del robot A.

Resuelva:

<sup>1</sup><https://www.lyx.org/>

<sup>2</sup><https://inkscape.org/>

- a) Dibuje los robots y las poses y todos los sistemas de coordenadas presentes
- b) ¿Cuáles son las coordenadas del punto  $\mathbf{p1}$  en el sistema de coordenadas del robot A?
- c) ¿Cuáles son las coordenadas del punto  $\mathbf{p2}$  en el sistema de coordenadas del robot B?
- d) ¿Cuál es la pose (posición y orientación) del robot B en coordenadas del Mundo?

**Ejercicio 4.** Dada la pose del robot (Body) en el mundo:  ${}^W\xi_{B_0}$ . Si se tiene el camino (conjunto de poses  ${}^{C_0}\xi_{C_i}$  con  $i = 1 \dots n$ ) realizado por la cámara C (montada sobre el robot) en el marco de coordenadas de la cámara inicial  $C_0$ . Sabiendo la transformación  ${}^B\xi_C$ ,

- ¿Qué procedimiento hay que realizar para obtener el camino realizado por la cámara en el sistema de coordenadas del mundo?.
- ¿Qué procedimiento hay que realizar para obtener el camino realizado por el robot (Body) en el sistema de coordenadas del mundo?
- Realizar un gráfico ilustrativo donde se visualicen los sistemas de coordenadas, las transformaciones y los caminos realizados por el robot y la cámara.

**Ejercicio 5.** Para este ejercicio utilizaremos el dataset EuRoc<sup>3</sup>.

Descargue el archivo *ground-truth* (trayectoria real realizada por el robot) localizado [http://robotics.ethz.ch/~asl-datasets/ijrr-euroc-mav-dataset/machine\\_hall/MH\\_01\\_easy/MH\\_01\\_easy.zip](http://robotics.ethz.ch/~asl-datasets/ijrr-euroc-mav-dataset/machine_hall/MH_01_easy/MH_01_easy.zip).

**Nota:** Para la descarga se recomienda utilizar el programa `aria2c` con los parámetros: `aria2c -s N -x N <URL>`, con N la cantidad de cores en su computadora.

- a) El *ground-truth* se encuentra en coordenadas de la IMU (Body). Se pide crear un script en python que dada la trayectoria *ground-truth* (timestamp, x, y, z, qw, qx, qy, qz) (primeras 8 columnas del archivo `MH_01/state_groundtruth_estimate0.csv`) genere el *ground-truth* pero que este esté dado en el sistema de coordenadas de la cámara inicial. Para esto deberá utilizar las transformaciones provistas en el dataset.
- b) Modifique el script para que el timestamp del nuevo *ground-truth* este en segundos con precisión de nanosegundos. Agregar las primeras 5 filas del *ground-truth* resultante y las del original del dataset al informe.
- c) Modifique el script para que genere una imagen con ambos *ground-truth* (el camino de la IMU y el camino de la cámara). Aplique las transformaciones necesarias para que ambos caminos esten en el sistema de coordenadas del *ground-truth* original. Agregar la imagen al informe.

**Nota:** Para graficar en Python se recomienda utilizar la librería `matplotlib`<sup>4</sup>. Para trabajar con transformaciones en Python se recomienda utilizar la librería: `transforms3d`<sup>5</sup>

---

<sup>3</sup><https://projects.asl.ethz.ch/datasets/kmavvisualinertialdatasets>

<sup>4</sup><https://matplotlib.org/>

<sup>5</sup><https://github.com/matthew-brett/transforms3d>