
Control cinemático de manipuladores seriales

Objetivos

- Emplear la *Robotics Toolbox* para generar trayectorias suaves en los espacios de configuración y de tarea.
- Efectuar una aplicación sencilla de pick-and-place dentro del entorno de simulación Webots para un manipulador serial UR5.

Procedimiento

En la práctica de esta semana usted empleará el entorno de simulación Webots junto con la *Robotics Toolbox* para efectuar una tarea básica de *pick-and-place*, empleando el robot UR5. Para lograr esto, realice lo siguiente:

1. Descargue de Canvas el archivo `mt3005lab8.zip` y extraiga sus contenidos dentro de una carpeta en una ubicación de su preferencia. Dentro de esta carpeta se encuentra un directorio de proyecto de Webots, el cual contiene un archivo de mundo con: un robot UR5, un gripper (como el que se muestra en la Figura 2), una mesa, un objeto a manipular y un lugar en donde almacenarlo, como se muestra en la Figura 1. Adicionalmente, dentro de la carpeta de controladores se encuentra el código base para controlar al robot dentro de Webots en `ur5trajctrl`, al igual que se incluyen las siguientes rutinas auxiliares:
 - `robot_def`, `robot_fkine`, `robot_jacobian`, `robot_ikine`: rutinas de cinemática (ya desarrolladas) para el robot UR5.
 - `robot_set_config(joint_handles, q)`: rutina que establece la configuración completa del robot, para evitar iterar en todos los handles para las juntas del robot cada vez que se quiere establecer una nueva configuración para el robot.
 - `gripper_open(gripper_handles)`, `gripper_close(gripper_handles)`: para abrir y cerrar el gripper del robot.
2. Reciba la explicación del catedrático del laboratorio, en donde se detallará el proceso de setup que fue necesario para el archivo de mundo y las rutinas de cinemática, al igual que se reforzarán conceptos fundamentales del funcionamiento de las simulaciones dentro de Webots.
3. En MATLAB, emplee ya sea la *Robotics Toolbox* o la *Robotics System Toolbox* para generar una trayectoria en el espacio de trabajo que mueva al gripper desde su configuración inicial hacia la lata (procurando esquivar los obstáculos en el mundo) para tomarla y luego llevarla

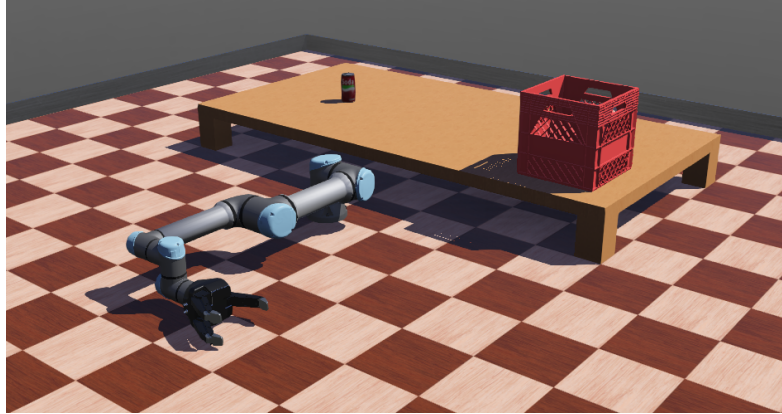


Figura 1: Mundo de Webots suministrado.

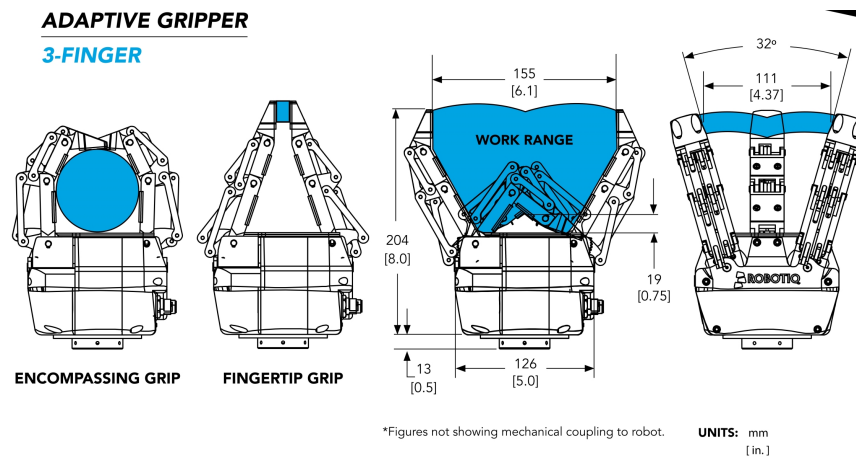


Figura 2: Dimensiones del gripper Robotiq de 3 dedos.

hacia encima de la caja y soltarla para su almacenaje. Para lograr esto puede emplear ya sea la función `mstraj` de la *Robotics Toolbox* (se adjunta un segmento del libro de Peter Corke en donde se explica su uso), o bien las funciones `bsplinepolytraj`, `quinticpolytraj`, `trapveltraj` de la *Robotics System Toolbox* (puede encontrarse más información al respecto en el siguiente enlace). Algunas notas con respecto a esto:

- Puede extraer la pose de la lata y el contenedor directamente desde el SceneTree de Webots.
 - Haga pruebas y experimente con la generación de trayectorias primero sólo en MATLAB sin robot y luego con el modelo del UR5 de la *Robotics Toolbox* (puede cargarlo con el comando `mdl_ur5`, recuerde añadir la transformación de herramienta para el gripper) para visualización. Use este modelo sólo para visualización, ya que debe emplear las rutinas numéricas suministradas para todos los cálculos cinemáticos.
4. Implemente la trayectoria generada en el controlador de Webots y realice los ajustes necesarios para que el robot presente el comportamiento adecuado, empleando estratégicamente las rutinas de cinemática inversa suministradas.

Cuando esté satisfecho con sus resultados, presente los mismo al catedrático del laboratorio y responda a las preguntas que se le hagan. Recuerde que entregas tardías representan una penalización del 25 % por semana.