

# Práctica 04

## Cinemática inversa por métodos numéricos\*

Robots Móviles (TSM I, TSM II, TSCR), FI, UNAM, 2025-1

Nombre: \_\_\_\_\_

### 1. Actividades

1. Abra el archivo `catkin_ws/src/manipulation/inverse_kinematics/scripts/ik_numeric.py`. En la función `forward_kinematics`, implemente el cálculo de la cinemática directa para un manipulador de siete grados de libertad con todas sus articulaciones de tipo rotacional. La descripción cinemática del manipulador está dada por un conjunto de transformaciones homogéneas  $H_i$  que indican la translación entre una articulación y otra (tamaño de los eslabones) cuando las articulaciones están todas en ángulo cero, y un conjunto de vectores  $W_i$  que indican el eje de rotación de cada articulación. Revise los comentarios del código y las notas del curso.
2. En la función `jacobian` implemente el cálculo del jacobiano del manipulador, con la misma descripción cinemática del punto anterior, aproximando las derivadas parciales de la matriz jacobiana mediante el método de diferencias finitas. Revise los comentarios del código y las notas del curso.
3. En la función `inverse_kinematics`, implemente el cálculo de la cinemática inversa por el método de Newton-Raphson, para un manipulador de siete grados de libertad con una descripción cinemática similar a la del punto 1, una pose deseada dada por  $(x, y, z, roll, pitch, yaw)$ , una estimación inicial dada por `init_guess` y un número máximo de iteraciones dado por `max_iter`. Revise las notas de clase y los comentarios del código.
4. Abra el archivo `catkin_ws/src/manipulation/trajectory_planner/scripts/trajectory_planner.py` y en la función `get_polynomial_trajectory` implemente el cálculo de una trayectoria polinomial de quinto desde un estado inicial a uno final en el tiempo y paso de muestreo dados. Revise los comentarios del código.
5. Corra el simulador con el comando

```
1  roslaunch surge_et_ambula vision.launch
2
```

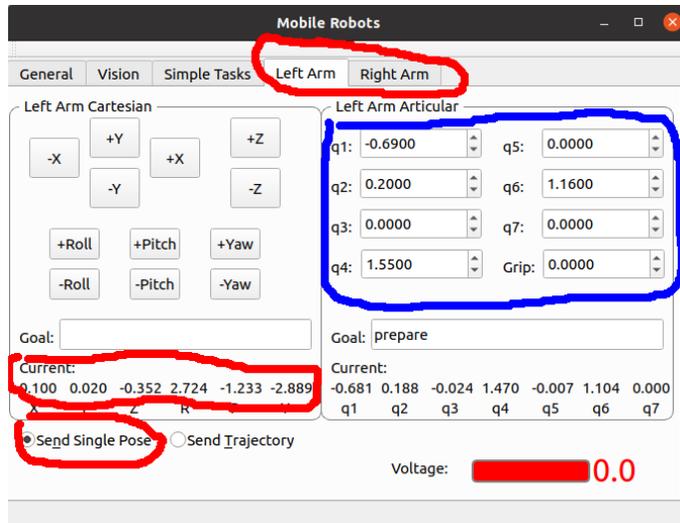
6. En otra terminal, corra dos instancias del nodo de cinemática inversa (uno para cada manipulador) con el comando:

```
1  roslaunch surge_et_ambula manipulation.launch
```

7. En la GUI, en las pestañas de *Left Arm* y *Right Arm* se debería observar la pose del manipulador en el área de *Cartesian*. En la parte de abajo, seleccione la opción *Send Single Pose* y con los controles de la sección *Articular* mueva las diferentes articulaciones. Verifique que las coordenadas cartesianas tengan los valores correctos.

---

\*Material elaborado con apoyo del proyecto PAPIME PE105524



8. En la parte de abajo seleccione la opción *Send trajectory* y en el campo de texto *Goal* de la sección *Articular*, escriba la palabra *prepare* y presione enter. Observe la configuración del manipulador. Copie las coordenadas cartesianas actuales al campo *Goal* de la sección *Cartesian* y aumente 20cm a la coordenada en *x*. Presione enter y observe lo que sucede. Si el manipulador avanza los 20cm significa que la cinemática inversa se calculó correctamente.
9. Realice varios experimentos de cálculo de la cinemática inversa variando lo siguiente:
  - a) La posición inicial del manipulador (mueva con la GUI el manipulador a diferentes poses)
  - b) El número de iteraciones máximas (este parámetro se modifica en el archivo `catkin_ws/src/config_files/justina/manipulation/la_inverse_kinematics.yaml` para el brazo izquierdo y en `ra_inverse_kinematics.yaml` para el derecho).
10. Para cada experimento registre si se pudo calcular la cinemática inversa o no y el número de iteraciones que le tomó al algoritmo encontrar la solución.

## 2. Entregables

- Código modificado en la rama correspondiente
- Reporte escrito con al menos los siguientes elementos:
  - **Introducción.** Se contextualiza el problema a resolver (resolver la cinemática inversa usando el método de Newton-Raphson) y se plantean los objetivos (comparar el desempeño del método numérico con diferentes parámetros).
  - **Marco teórico.** Descripción de los conceptos teóricos a abordar: cinemática directa, cinemática inversa, método de Newton-Raphson. El marco teórico debe proporcionar los antecedentes necesarios para entender los datos presentados en la sección de resultados y las conclusiones.
  - **Desarrollo.** Descripción de los pasos a realizar para comparar el desempeño del método numérico ante diferentes parámetros: descripción de las posiciones a probar, variables y parámetros a utilizar, datos que se van a registrar.
  - **Resultados.** Tablas o gráficas con los datos registrados.
  - **Conclusiones.** Discusión de los resultados obtenidos sobre cómo afectan los diferentes parámetros al cálculo de la cinemática inversa.
  - **Referencias.** Colocar todas las fuentes consultadas. Las fuentes listadas en esta sección deben referenciarse en el texto

### **3. Evaluación**

Ver rúbrica correspondiente.