



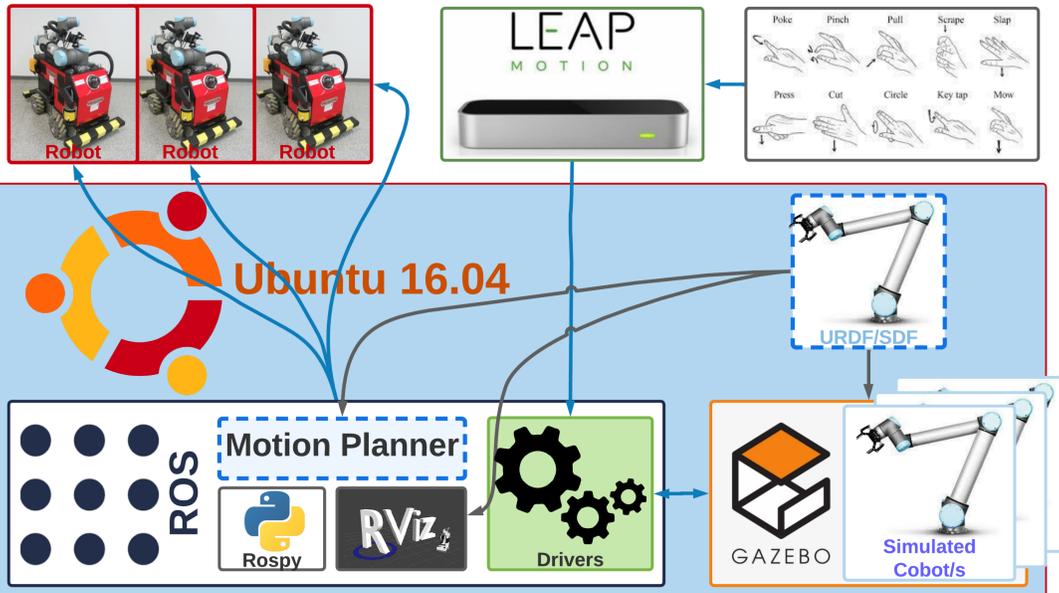
Integración de cobots en ROS Legado: Diseño de un sistema multi-robot interactivo

Miguel Burgh-Oliván, Rosario Aragüés, Gonzalo López-Nicolás

Instituto de Investigación en Ingeniería de Aragón (I3A)
Universidad de Zaragoza, Mariano Esquillor s/n, 50018, Zaragoza, España

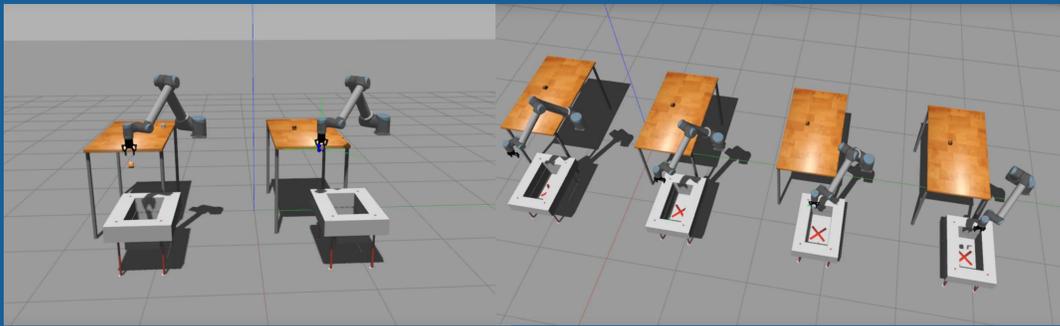
Motivación

- ROS (Robotic Operating System) ampliamente utilizado
 - Dependencias de software o hardware específicas
 - Dificultad a la hora de realizar migraciones del sistema
- Costes y riesgos
- Falta de documentación



Esquema general de sistema. El sistema utilizado es Ubuntu 16.04, el cual le corresponde la distribución Kinetic de ROS junto a sus herramientas (Rviz, Gazebo, etc) y un planificador de movimientos. Este sistema se comunica con el/los robot/s y el dispositivo Leap Motion mediante drivers.

Resultados



Se demuestra que el sistema es escalable realizando esta prueba en donde dos y cuatro robots colaborativos agarran piezas de la mesa y las depositan después en la cesta. Estas pruebas se han realizado en el entorno de simulación de Gazebo.



Estas imágenes muestran las pruebas realizadas utilizando el dispositivo Leap Motion que está emplazado en la mesa, justo debajo de las manos del usuario. Este dispositivo está conectado al ordenador y provee de datos relacionados a las posiciones y gestos de las manos del usuario. Aunque las pruebas fueron exitosas para ambas soluciones, la solución mediante Custom-NxM reproduce mejor los movimientos que el dispositivo capta, esto es debido a que permite la interrupción del movimiento que se está ejecutando.



Estas imágenes muestran las pruebas realizadas con el robot físico en un entorno real. Se aprecia como el robot agarra el osito de peluche, lo desplaza y deja en la caja. El robot colaborativo, sigue los las instrucciones del usuario mediante gestos y el seguimiento de la posición de la mano de forma correcta. Esta prueba se ha realizado con la solución Custom-NxM.

Conclusiones

- Implementación y diseño de un sistema multi-robot para cobots en ROS Kinetic que permite la manipulación de objetos mediante el dispositivo Leap Motion.
- Se han desarrollado dos soluciones (MoveIt-Nx1 y Custom-NxM), ambas son escalables, permiten movimientos simultáneos, integración heterogénea de cobots e interacción con el usuario.
- Custom-NxM, está enfocada a la realización de trabajos específicos.
- MoveIt-Nx1, es más flexible al proveer más funcionalidades.

Metodología

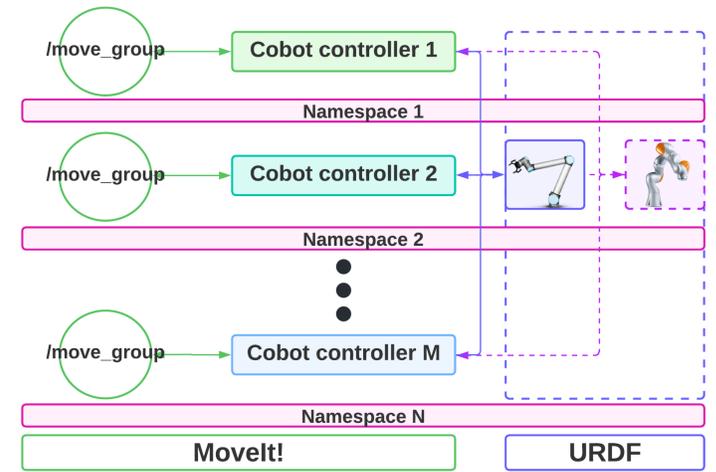
- Aprovechando la arquitectura distribuida de ROS
 - Facilita la integración y modificación de los nodos del sistema
 - Adaptar y modificar la arquitectura del sistema
- Utilizando el planificador de movimientos MoveIt!
- Utilizando un planificador de movimientos Ad-hoc
- Replicación del planificador de movimientos y/o modelando múltiples robots colaborativos (URDF)

Soluciones propuestas en donde los componentes clave son el planificador de movimientos y el URDF que representa el modelado de los robots. La primera solución es una replicación del planificador N veces, modelando un único cobot. La segunda opción replica un planificador de propósito específico que reduce el consumo de recursos y modelando M cobots.

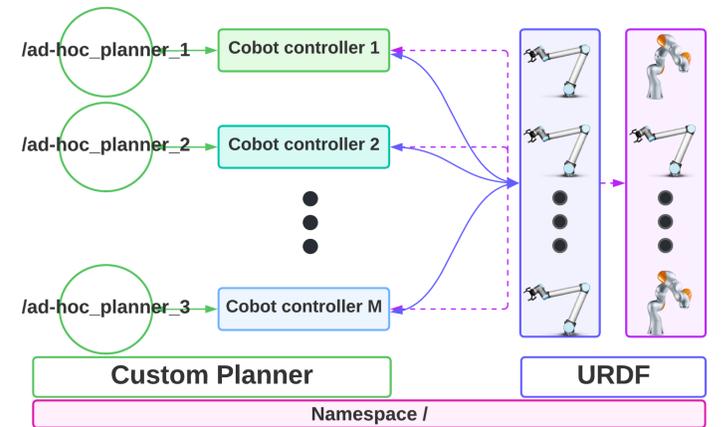
Solución Propuesta	Planificador	Réplicas	Cobots (URDF)
Moveit-Nx1	MoveIt!	N	1
Custom-NxM	Custom	N	M

Diseño

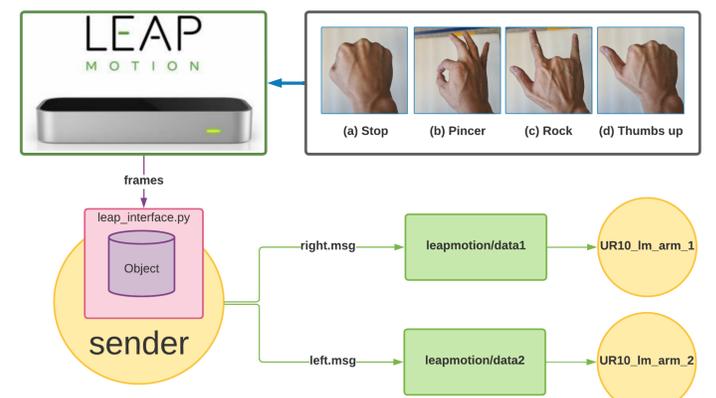
En las siguientes figuras se muestra en forma de esquemas, cómo están organizados el nodo que realiza el trabajo de planificador de movimientos y el URDF que modela los robots colaborativos.



Diseño de la solución MoveIt-Nx1, el cual permite la integración de hasta N cobots mediante la replicación del planificador de movimientos, en cada replicación puede aplicar un modelo diferente (URDF). Esta solución es escalable y puede controlar cobots de diferentes marcas así como diferentes controladores (posición, velocidad, etc.).



Diseño de la solución Custom-NxM, que permite la integración de hasta N cobots mediante la replicación de un planificador Ad-hoc de movimientos, y todos los robots que lo componen se definen en el fichero URDF. Tiene las mismas características que el diseño MoveIt-Nx1 pero consumiendo menos recursos y permitiendo la interrupción de un movimiento en medio de su ejecución.



Diseño de la integración del dispositivo Leap Motion en el sistema para permitir la interacción del usuario con el sistema. La posición y los gestos de cada mano, son capturadas por los sensores del dispositivo y guardados como frames y son enviados mediante mensajes a través de topics. Estos mensajes son recibidos por los nodos que se encargan de gestionar los movimientos de los robots colaborativos.

Referencias

[1]. QUIGLEY, M., et al.: ROS: an open-source robot operating system. In: ICRA workshop on Open Source Software, vol. 3, p. 5. Kobe, Japan (2009)
 [2]. BURGH-OLIVÁN, M., ARAGÜÉS, R. and LÓPEZ-NICOLÁS, G. MultiCobot-UR10-Gripper. [Computer software]. Retrieved from: <https://github.com/Serru/MultiCobot-UR10-Gripper>
 [3]. BURGH-OLIVÁN, M., ARAGÜÉS, R. and LÓPEZ-NICOLÁS, G. ROS-Based Multirobot System for Collaborative Interaction. Fifth Iberian Robotics Conference. ROBOT2022. Lecture Notes in Networks and Systems, vol 589. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-21065-5_34.
 [4]. LU, W., TONG, Z., & CHU, J. Dynamic hand gesture recognition with leap motion controller. IEEE Signal Processing Letters, 23(9), 2016, 1188-1192.