

Reporte 3 – Paletizado en UR - Equipo 1

José Pablo Hernández Alonso

Dirk Anton Topcic Martínez

Luís Alejandro Bulas Tenorio



Universidad Iberoamericana Puebla

Laboratorio de robótica Aplicada 12223B-P25

Profesor: Mtro. José César Ortega Morales

18/02/2025

Índice

1. Introducción
2. Marco Teórico
3. Desarrollo de la Práctica
4. Conclusiones
5. Referencias

Introducción

El robot UR5e es un brazo robótico colaborativo diseñado para aplicaciones de automatización industrial, con una capacidad de carga de hasta 5 kg y un alcance de 850 mm. En esta práctica, se implementa la programación del UR5 para el paletizado de pequeñas piezas, en este caso, cubos apilados. El objetivo principal es configurar y optimizar el sistema de paletizado utilizando las herramientas de programación del robot, integrando una ventosa conectada mediante una válvula electroneumática controlada por los I/O del robot.

Marco Teórico

El UR5e es un manipulador de 6 grados de libertad fabricado por Universal Robots. Es ideal para aplicaciones de automatización en entornos industriales y cuenta con un software intuitivo que permite programarlo fácilmente sin necesidad de conocimientos avanzados de código. Este se caracteriza por ser un robot colaborativo ya que detecta colisiones mediante sensores de fuerza y detiene su movimiento, por lo que no necesita un sistema de seguridad de hombre muerto.

- Especificaciones técnicas:
 - Carga máxima: 5 kg
 - Alcance: 850 mm
 - Repetibilidad: ± 0.1 mm
 - Alimentación: 24V

- Sistema de seguridad: Colaborativo, con detección de colisiones
- Configuración de Herramientas
 - Para utilizar una ventosa como herramienta de agarre, es necesario declarar una nueva herramienta en el robot a través del Wizard de Instalación. Este proceso incluye:
 - Acceder al menú de Instalación > Herramientas.
 - Crear una nueva herramienta y definir su posición respecto al extremo del robot (TCP).
 - Ajustar los parámetros de carga y centro de gravedad para mejorar la precisión en los movimientos.
- Conexión de la Ventosa mediante Válvula Electroneumática
 - Para controlar la ventosa, se implementa un sistema de válvula electroneumática con relevadores:
 - Conexión de la válvula a la fuente de aire.
 - Uso de los I/O digitales del UR5 para accionar la válvula.
 - Incorporación de un relevador para aislar el sistema eléctrico del robot y la válvula.
 - Configuración de las señales de salida del robot para activar y desactivar la ventosa según las necesidades del proceso.

Desarrollo de la Práctica

1. Elaboración del primer programa

El software del UR5e cuenta con un wizard de paletizado, el cual permite programar de manera sencilla las coordenadas de recogida y colocación de los objetos en el palet. El procedimiento seguido en la práctica incluye:

- Definir la posición de entrada: Un punto de seguridad donde el robot inicia el ciclo sin interferencias.
- Establecer la posición de recogida: Coordenadas exactas donde el robot toma el cubo con la ventosa activada.
- Configurar la posición de salida: Lugar en el palet donde se deposita la pieza.

- Ingresar las dimensiones del cubo: Se establecen medidas de la pieza a manipular.
 - Definir la disposición de paletizado:
 - Filas y columnas: En este caso, un patrón de 1x1.
 - Altura del paletizado: Tres niveles de apilado.
- Definir punto de entrega
- Ejecutar el programa y verificar la secuencia de movimiento.
- Agregar activación y desactivación de válvula electropneumática en los puntos de recogida y entrega mediante los I/O.

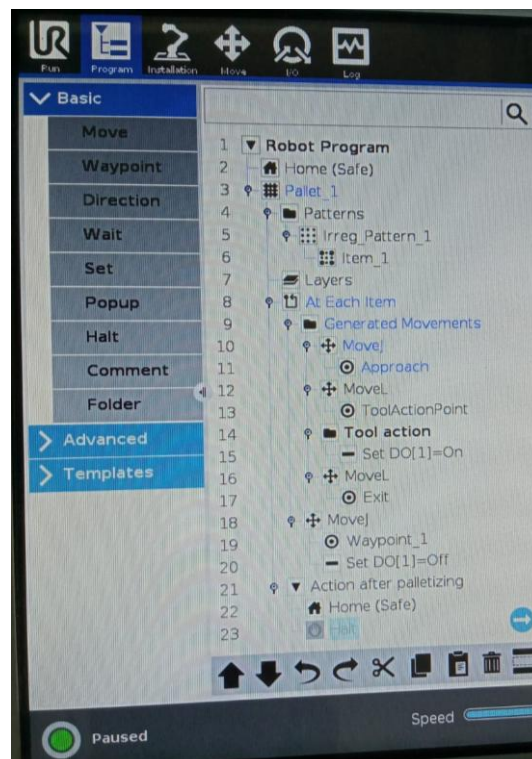


Fig. 1 Primer programa realizado en teach-pendant de UR5e.

2. Elaboración de segundo programa

El software del UR5e cuenta con algunos comandos predefinidos, en el teach-pendant se pueden configurar. En este segundo programa se utilizaron comandos de loop, variables y UrScripts para generar un apilamiento de la cantidad de bloques que el operador requiera. El procedimiento seguido en la práctica incluye:

- Definir la posición de entrada: Un punto de seguridad donde el robot inicia el ciclo sin interferencias.
- Establecer la posición de recogida: Coordenadas exactas donde el robot toma el cubo con la ventosa activada.
- Configurar la posición de aproximación a entrega: punto de seguridad donde el robot llega rápidamente para realizar un movimiento lineal.
- Ingresar las dimensiones del cubo y su variable de entrega: Se establecen medidas de la pieza a manipular y la pose de entrega.
 - Se define el punto de entrega mediante el guardado de la pose de entrega en una variable a la que se le va a añadir la altura del bloque en cada ciclo.
- Creación de loop con movimiento lineal para entrega dado por UrScript.
 - Se ajusta el loop para saber cuantas piezas se van a apilar y se añade una instrucción en UrScript.
 - $\text{Poseref} = p[0.1373, -0.59362, -0.01338 + \text{altura}, 1.137, -1.193, 1.029]$
 - "movel(poseref)"
- Ejecutar el programa y verificar la secuencia de movimiento.
- Agregar activación y desactivación de válvula electroneumática en los puntos de recogida y entrega mediante los I/O.

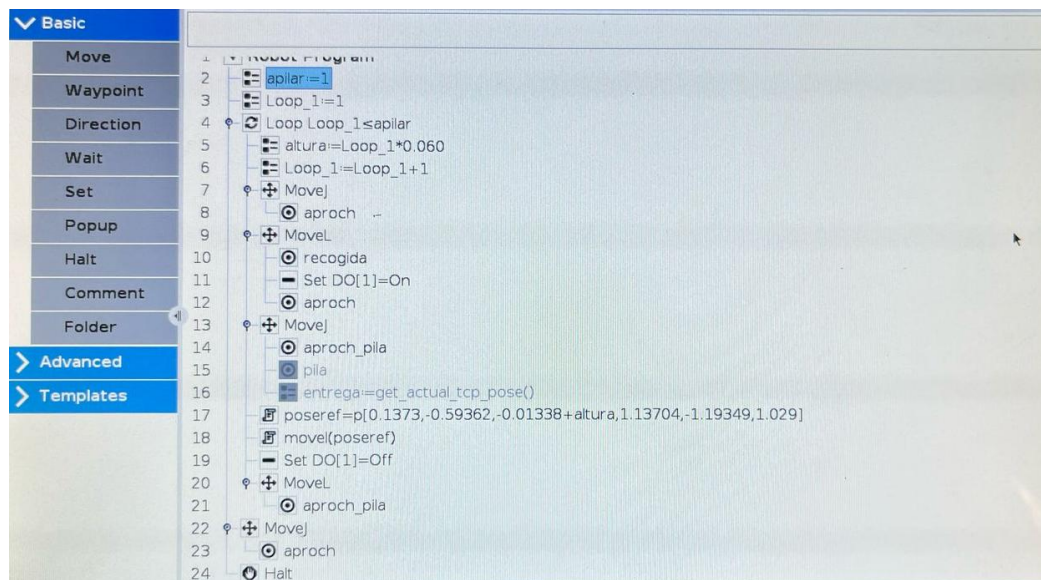


Fig. 2 Segundo programa realizado en teach-pendant de UR5e.

3. Pruebas y Ajustes

- Se realizaron pruebas de movimiento para ajustar la precisión de las posiciones.
- Se verificó la estabilidad de los cubos al ser apilados.
- Se optimizó la velocidad del robot para mejorar la eficiencia del proceso.

3. Videos grabados

Los videos grabados se encuentran en el siguiente enlace de la documentación

<https://jphajp.github.io/Robotica/Web/Reportes/Laboratorio/L3/L3.html>

Conclusiones

La programación del UR5 para el paletizado de pequeñas piezas se logró exitosamente. Se cumplieron los objetivos establecidos, demostrando la facilidad de uso del wizard de paletizado de UR y las ventajas de conocer y utilizar las variables y la programación mediante comandos UrScript. La configuración de la herramienta y la integración de la ventosa mediante válvulas electroneumáticas fueron aspectos clave en el desarrollo del proyecto.

Uno de los mayores retos fue la implementación de la conexión de la ventosa, ya que requirió ajustes en la configuración eléctrica y neumática. Sin embargo, una vez establecida, el sistema funcionó sin inconvenientes.

Este ejercicio permitió reforzar conocimientos sobre la programación de robots colaborativos, el control de dispositivos externos mediante las salidas digitales del robot y la optimización de trayectorias en procesos de automatización industrial.

Referencias

Universal Robots. (s. f.-a). User Manual - UR5e. Recuperado 14 de febrero de 2025, de https://www.universal-robots.com/manuals/EN/PDF/SW5_19/user-manual-UR5e-PDF_online/710-965-00_UR5e_User_Manual_en_Global.pdf

Universal Robots. (s. f.-b). User Manual - UR5E E-Series - SW 5.7 - English US (en-US). Recuperado 16 de febrero de 2025, de [https://www.universal-](https://www.universal-robots.com/manuals/EN/PDF/SW5_19/user-manual-UR5e-PDF_online/710-965-00_UR5e_User_Manual_en_Global.pdf)

robots.com/download/manuals-e-seriesur20ur30/user/ur5e/57/user-manual-ur5e-e-series-sw-57-english-us-en-us/