Reporte 4 – Simulación y programación en RoboDK - 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

En esta práctica se utilizó el simulador de RoboDK para emular el trabajo de un robot KUKA KR 16. El proceso consistió en diseñar la celda de trabajo, importar un archivo en formato .dxf que contenía el logo a dibujar y, a partir de este, programar el seguimiento de curvas para reproducir el dibujo en un pizarrón. El objetivo principal fue aprender a seleccionar y configurar un robot, declarar correctamente la herramienta (TCP) y el espacio de trabajo, y desarrollar un programa de trayectoria que, tras ser exportado, se pueda cargar en el robot para comprobar su correcto desempeño.

Marco Teórico

RoboDK:

RoboDK es una herramienta de simulación y programación offline que permite crear, probar y optimizar programas para robots industriales sin detener la producción. Su entorno visual facilita la integración de modelos CAD y la simulación de trayectorias complejas.

Robot KUKA KR 16:

El KUKA KR 16 es un robot industrial de 6 ejes, conocido por su robustez y precisión. Con una capacidad de carga aproximada de 16 kg y un alcance adecuado para diversas aplicaciones, este robot es ideal para tareas de dibujo, ensamblaje y manipulación en entornos industriales.





Importación de archivos .dxf:

El formato .dxf es ampliamente utilizado en el ámbito del diseño asistido por computadora (CAD). Permite la representación de curvas y contornos que pueden ser interpretados por software de simulación para generar trayectorias precisas.

Configuración del TCP y del espacio de trabajo:

La correcta definición del Tool Center Point (TCP) es fundamental para asegurar que la herramienta (en este caso, el dispositivo de dibujo) opere con precisión. Asimismo, declarar el espacio de trabajo y los sistemas de coordenadas garantiza la correcta traslación del diseño digital a la simulación y, posteriormente, a la ejecución en el robot.

Desarrollo de la Práctica

1. Diseño de la celda de trabajo

Se inició el proceso diseñando la celda de trabajo en RoboDK, ubicando en el entorno virtual al robot KUKA KR 16 y definiendo la posición del pizarrón. Se configuraron los límites de la celda para simular las condiciones reales del área de operación.



Fig. 1 Estación de trabajo para robot KUKA Ibero.





2. Importación del archivo .dxf y análisis del logo

Se importó el archivo .dxf que contenía el logo a reproducir. RoboDK interpretó las curvas y se establecieron puntos de referencia para el seguimiento de trayectorias, permitiendo visualizar el contorno del logo en el entorno simulado.



Fig. 2 Logo en DXF.

3. Selección del robot y configuración de la herramienta

Se seleccionó el modelo del robot KUKA KR 16 y se definió el TCP correspondiente a la herramienta de dibujo (por ejemplo, una pluma o marcador). La correcta configuración del TCP es crucial para que el trazado se realice con precisión en cada punto de la trayectoria.

					Delet	1 ilean							
Rubela Stations Add-ins	Puela				KUDUL	LIDIA	i y						
		Ana			- 14	Ana	4			Avea	6	Anna -	1
		Rest	2fine	Am	•	Sec.	Atom .	Fault	40.00	Sec.	2011.00	Food .	TELCO
		Refind	R-D	Test	10° mr	Figlent.	1993	Felod	1041	Apter	92+2	6-ptml	1144
iste	p	10.13	295.89	count	***	Mary 4	sets.	10(4)(1	nd hy	-2010 give	Mitt	Sec. 1	why .
writion (Charlearch) Charal		Repetability	6010 mm	Traversity.	560	Separat By	30003	Tecenability	3.0K mn	Sepentality:	0003 me.	Expectal By	3022 016
		KURA KR 12 //1420 KURA B		OR 10 #1446-2 KJRA 18 12/81816-2			RUKA KP 16 2 45		2.00	KJIAKE 102		CLARA 107 16 3	
Tipe	~	-	-			-	1		-		-		
1		-	6	-				0	Ling			-	
040	~		10				0	1000	Constant of the local division of the local				0
Reach	~		2		-		2	100			-		9
Reach	~	Read	1	Teast	-	kud	1	Rei	KIQ.	and .	1 84	Faul	dics.
Reach Reach	~	Round Madei	100 K 201	land Noti	1005 10.117946.2	Kund Macel	000 A 100 A	Rowd Mater	8101 10 10 2 15	avat Vedat	2004 81.957	Fact Mart	4005
Resch Reylead	* * *	Road Mari	400 91 10 2474 9	iani Nobi Ass	2015 13.11/04412 6	R and Marcel Asses	2015 2017 AV827 2	ford Mater Jaco	кіа 16.19.245 6	ikani Vicika Nani	100A 10152 1	Fact Mart fare	4865 4979 3 4
Reach Reach Reyload Veright	~ ~ ~	Roand Marie Auro Roach	400 4005-201 4 18200	land Nobi Anis Dash	1005 1005 1007 1007 1007 1007 1007 1007	k und Mexici Aure Kosch	945 945 9472 AVR82 9 35.000	Road Mater Jacob Road	610 10.0.235 6 107.00	kanal Veskr Nan Saart	2004 82152 5 507 auto	Kant Mart Jan Kan2	4865 91 % 3 1617 m
Reach Reach Noviget	• • •	Rood Mate Auro Root Root	400 400 (40) 4 40 (40) 140	land Noti Ani Sadi Tytul	1000 1000 1000 1000 1000 1000 1000	Raud Geod Aus Rach Rybeit	AND AND AND AND AND AND AND AND AND AND	Rowd Master Jacol Rosch Fighter	KIO HURZIS K HURZIS N IQ	anal Vedo Nas Sant Valvad	KIKA KI WA KI WA WA WA	Kand Maret Kan Kan2 Kanad	4803 (4803) (480
Resth Resth Reyceal Veright Reportability	• • • •	Romi Maste Auri Routh Rophad Height	4003 40 00 00 00 40 00 00 40 00 50 00 50 00	land Noti Anis Sadi Tigtool Sidge	1005 1005 1007 1007 1007 1007 1007 1007	Ruud Geod Aan Kach Kylool Geogr	9005 9019 AV010 9019 AV010 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9	Road Mittali Jacks Road Road Molger	Kilo Kilo Džis K Užion Nily Žičig	Basel Vedar New Sector Vedar	2006 84 167 6 940 188 940 188 180 180 180 180 180 180 180 180 180	Fact Mart Gan Fac2 Fight Meter	4865 96 18 3 4 16 18 19 19 19 19 10 19
Reach Reach Phyload Weight Seperability	~ ~ ~ ~	Rood Marti Auri Rood Rood Mingter RoodRobby	400 400 (200 40 (200) 40 (200) 50 (200) 50 (200) 50 (200)	land No.61 Ans Sadi Tiphol Didge Tiposolity	NBS BUTELLEZ B HACEN HACEN HACEN HACEN HACEN HACEN HACEN HACEN	R well Geocid Aare Rockel Meig er Revend Ry	2005 00 2 A VIII 2 3 32. or x 20 y 25 tu 23 Korts	Road Miller Anni Road Fighted Wolger Road/Rig Road/Rig	600 60 B 2 B 2 6 8 B 2 cm 8 Sp 2 Cm 2 Cm 2 Cm 2 Cm 2 Cm 2 Cm 2 Cm 2 Cm	Band Victor Nam Saati Victor Nam Namerona	2004 88 167 6 905 188 905 28 905 22 18 000 28 20	Fact Mart Gan Kac2 Fight Majer Recold Ry	4003 4003 40145 101454 10146 10146 101540
nes Resth Weight Seperability Applications	• • • • •	Rood Mater Auro South Report Recentling RUCA IO	4003 4003 (400) 40 (200) 40 (200) 40 (200) 50 (2	Send No.41 Ann Sach Paysoil Singe Ranse Ranse	NING 10 UNINA 10 10 UNINA 10 10 UNINA 10 10 UNINA 10 UNIN	Kund Geod Ann Kuch Aghael Magar Kacana Ig Kuck R	4065 4079 A 1416 J 5 42. 1478 42. 1478	Road Male Juni, Road Patinal Mologet Roadallity Kello	KLOS 10. 19.2 ISS 6. 19.7 ma 19.7 ma 19.8 mg 20.5 kg 6.020 mm	Banal Undar Nam Nami Namaran Namaran Namaran Namaran Namaran Namaran Namaran Namaran Namaran Namaran	2004 88.967 88.967 86.99 22.86 0000 em 1.95 L3 sec HW	Kont March Garc Kar2 Kylant Meigt? Repeated Ry KJACA B	4003 9(10.5 10(10.0 10.5 10(10.0 10.5 10(10.0)) 10(10.0 10(10.0 10(10.0 10(10.0)) 10(10.0 10(10.0)) 10(10.0)) 10(10.0)(10(10.0)) 10(10.0)(10(10.0))(10(10.0)(10(10.0))(10(10

Fig. 3 Sitio de RoboDK para selección de robots.





4. Declaración del espacio de trabajo

Se estableció el sistema de coordenadas de la celda de trabajo, asegurando la correcta relación entre el modelo del logo importado y la posición real del robot dentro del simulador. Esta declaración permitió al robot interpretar de manera precisa las posiciones y orientaciones durante el seguimiento de curvas.

	Nombre: KLIKA KR 16 2		Parámetros			
	Pilotaje Cartesiano					
	Herramienta 🚺 Plumon ensamble 💌	con respecto a la brida de	l robot			
	[X,Y,Z]mm Rot[Z,Y*,X**]deg = ABB 4.253 1.361 30	/KUKA/Nachi 1.298 0.000	0.000 0.020			
	Sistema de Referencia 🔍 Mesa	▼ con respecto a	la base del robot 📑			
	[X,Y,Z]m Rot[Z,Y',X'']deg - A86 798.860 -643.647 73	/KUKA/Nachi 7.576 -140.176	0.860 -0.033	Nombre: Mesa		
	Herramienta respecto al Sistema de R [X,Y,Z]m Rot[Z,Y',X']dee - ABB	eferencia /KUKA/Nachi		🗸 Visible		
	Herramienta · Espacio de Ir	abajo Mostrar	Referencias	Posición con respecto a:	🔡 Estación_kuka_ibero	
	X Y Ø No mostrar Traslación Ø Ø Mostrar en	la muñeca 🗸 Herri	as/Ninguno 📰 Raso (0) amlenta 🗸 Brida	[X,Y,7]mm Rot[7,Y',X'']deg	ABB/KUKA/Nachi	- D 🖬 🗉
	Kolazon Mostrat en	la brida V Kele hemamienta 1 4	2 3 5 6	-643.647 -798.868	1/57.576 129.824	9.869 -0.033
Detalles de Herramienta: Plumon_ensamble						
And a feature of the second seco	Pilotaje Articular 📳 📘		Alinear Inicio			
Nombre de la nerramienta: Pumon_ensancie	θ ₁ : 44.90 9-185.0 4 θ ₁ : -80.14 9-155.0 4		► 185.0 ► 35.0			
Visible V Mostrar TCP	B: 89.20 9-130.0 4		154.0			
TCP con respecto a 🧏 KLKA KR 16 2 (brida de montaje) 🔻	θ₄: -0.87 °-350.0 ∢		> 350.0			
[X,Y,Z]ee Rot[Z,Y',X'']des - ABB - 📑 📑	B: 45.03 9-350.0 4		► 130.0 ► 350.0			
4 253 1 361 391 290 0 020 0 020 0 020						
The second se	Otras configuraciones (0).	$\theta_2, \theta_3, \theta_4, \theta_5, \theta_6)$	Más opciones			
+ More options	(*) [44.98", -88.14", 89.20	", 0.87", 80.89",	45.83°] *			

Fig. 4 Configuración de marcos de referencia de herramienta y mesa.

5. Programación del seguimiento de curvas

Utilizando las herramientas de programación de RoboDK, se desarrolló un programa que permitiera al robot recorrer de forma continua la trayectoria definida por las curvas del logo. Se implementaron comandos de movimiento lineal y de interpolación para garantizar un trazo fluido y preciso en el pizarrón.



Fig. 5 Programación para seguimiento de trayectoria





6. Exportación y validación del programa

Una vez configurado el programa, se exportó y se cargó en el simulador para validar su funcionamiento. Se realizaron diversas pruebas para ajustar la velocidad, la precisión del movimiento y la correcta activación de la herramienta de dibujo, asegurando que el robot ejecutara el trazo de manera fiel al diseño original.

5	INERO_ROB		S el	RT	1 4 10	8 *	* 50 MM	00
-	@ 7:21:10	12/02/2011 KS	501442		6	OK	Todo OK	100
	Secuencia d	e instrucciones.	sin aptitud de			On		1
11 42						and the second	and the second laws	
	EDITOR	T Execution	1	and the state				
100	7 01	tr Experiet						
	3	EXT P in	1()					
	4	EXT P_in	2()					
CONTRACTOR OF	5	EXT P_OU	1()					
	6	EXT P OU	20					
	7	EXT P FI	20					
	0	Cur						
	18	; Llanar	a los sul	progranas	; en ordi	20		
55	11	P_in_1()						
No.	12	P_in_2()						
	13	P_ou_1()						
SHE	14	P_ou_2()						
	15	P_f1_1()						
	10	r_r1_2()						
	18	· Finali	zar progr	ana				
	19=	HALT						
	20							
	0000							

Fig. 6 Programa que recopila todos los programas para el seguimiento de curvas, ya que roboDK solo permite generar 1000 líneas por programa.

7. Videos grabados

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

https://jphajp.github.io/Robotica/Web/Reportes/Laboratorio/L4/L4.html

Conclusiones

Se logró simular de forma exitosa el seguimiento de curvas en RoboDK utilizando el robot KUKA KR 16, lo que permitió comprobar la viabilidad del proceso en un entorno virtual. Esta simulación no solo evidenció la capacidad del robot para ejecutar movimientos complejos, sino que también sirvió como un primer paso fundamental en el desarrollo del programa.

La práctica permitió comprender la importancia de configurar correctamente el TCP y declarar el espacio de trabajo para lograr trayectorias precisas. Además, la importación y el análisis del archivo .dxf demostraron ser herramientas efectivas para transformar diseños CAD en movimientos robóticos, facilitando la integración de elementos gráficos en la programación del robot.





La simulación previa facilitó la detección y corrección de posibles errores, permitiendo realizar ajustes necesarios sin afectar equipos reales. Este proceso de validación es esencial antes de implementar el programa en un entorno real, garantizando así la seguridad y la eficiencia en la operación del robot.

Referencias

- DIG Automation & Technology. (21-08-2023). *KUKA Tool Calibration, TCP Calibration* (*XYZ 4 Point*). YouTube. https://www.youtube.com/watch?v=G1NT-39wqqE&ab_channel=DIGAutomation%26Technology
- RoboDK. (s.f.). *RoboDK Documentation*. Recuperado 03 de marzo de 2025, de: https://www.robodk.com/
- KUKA. (n.d.). *Manual de usuario KUKA*. https://www.kuka.com/-/media/kukadownloads/imported/8350ff3ca11642998dbdc81dcc2ed44c/0000262124_es.pdf