



DISEÑO DE UNA CELDA DE MANUFACTURA AUTOMATIZADA EN UN PROCESO ALFARERO

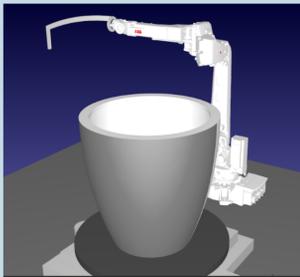
RESUMEN

En este escrito se presentarán soluciones automatizadas a la carga de un bloque de barro de 100 kilogramos y la eliminación del excedente al momento del vaciado en un molde de yeso dentro de la industria alfarera, teniendo un enfoque en la empresa TRINITATE y sus métodos actuales de producción de productos como vasijas, tazas, platos u otros artículos de la rama alfarera hechos a base de barro. El proceso de solución se elaboró mediante una estructura analítica seccionada por distintos puntos de interés técnicos que describen a profundidad sus funciones y el supuesto conflicto por el cual es necesaria la implementación de dicha técnica.

Mediante sistemas robóticos existentes en la industria, se contempló una implementación computarizada que, con el uso de simulaciones ajustadas a procesos específicos de la industria previamente mencionados, se dio una respuesta visualmente accesible al tipo de método que se planea construir, en adición, se contempló de manera directa en las simulaciones las necesidades que se irán desarrollando y manejando mediante el uso de los sistemas tecnológicos. Esta simulación se realizó basándose en los conceptos de robótica encontrados en "Introduction to Robotics" de Craig (2014), ya que la base para el movimiento del brazo antropomórfico se encuentra en la cinemática directa e inversa. De la misma manera, se planteó una viabilidad financiera de la solución industrial con una ganancia proyectada a los cinco años de la inversión inicial. A la vez, se proporcionan los planos mecánicos de las piezas diseñadas para la simulación computarizada al final de este documento.

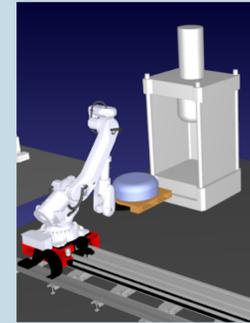
CELDA 1

Esta celda está conformada por el robot articulado ABB-IRB-2600ID-8-2-00, la herramienta de cuchilla, la mesa giratoria y el modelo de molde de yeso, todos posicionados correctamente sobre el objeto "piso". El programa se llama "Main_Celda_1", este llama a todos los subprogramas que conforman la celda 1 para que funcionen en un solo, el funcionamiento hace que el robot baje hasta adentro del molde para que este pueda girar primero hacia un lado, luego hacia el otro y finalmente se detiene para que el robot se mueva sacando la cuchilla del molde regresando a su posición inicial. Este está conformado de varios subprogramas.



CELDA 2

Esta celda está conformada por el robot articulado ABB-IRB-6700-150-3-20, el dispositivo robótico Lucas-ALSS-1R, la herramienta para el pallet conectada al efector final del robot, el modelo de prensa, el modelo de una galleta de barro, el modelo de un pallet y finalmente el modelo de una maceta de barro, todos posicionados correctamente sobre el objeto piso. El funcionamiento del programa llamado "Main_Celda_2" consiste en llamar a los subprogramas para que el robot recoja el pallet con la galleta de barro, y los transporte hasta una posición en frente del modelo de la prensa. Una vez aquí se desplaza hacia adelante dejando el pallet con la galleta dentro de la prensa, la cuál baja y le da forma de maceta a la galleta. Para finalizar el robot recoge los objetos y con ayuda del riel los transporta a su posición original. Este está conformado de varios subprogramas.



CINEMÁTICA

DIRECTA

Denavit-Hartenberg

Primeramente se realizó un modelo cinemático usando el algoritmo de Denavit-Hartenberg, especificando así el movimiento de cada una de las articulaciones del robot. Este nos arrojará un resultado en forma de tabla

RoboAnalyzer

Una vez obtenido esto se hizo una comprobación del modelo usando el software de Robo Analyzer, el cual arroja una recreación del robot a partir de los datos obtenidos previamente. De esta forma es sencillo notar si hay alguna falla en el movimiento o en las articulaciones del robot.

Python

Una vez comprobado que el robot es capaz de moverse, se creó un código de Python usando la librería de RoboticsToolBox. Se colocaron los datos obtenidos del Denavit-Hartenberg para que el movimiento de la simulación sea igual al del robot elegido, posteriormente se colocaron los ángulos (convertidos a radianes) de cada una de las articulaciones en todas las posiciones deseadas para que el robot haga el trabajo que se le pide, en este caso la del robot ABB IRB 1600, y por último se agrega una función que muestre un plot con los resultados.

MATLAB

En tercera instancia se realizaron dos códigos con el software MATLAB, esto se hizo para comprobar que las matrices que estos códigos dan de resultado fueran iguales y de esta manera saber con certeza que los cálculos están bien hechos para las articulaciones y su movimiento.

INVERSA

Python

Se creó un código en Python para el robot ABB IRB 2600 que, a diferencia del creado para la cinemática directa, calcula las trayectorias mediante las posiciones en x,y,z. Para este código, además del Denavit, se deben agregar los límites del workspace que tiene el robot, los cuales fueron obtenidos de la datasheet del mismo.

Primeramente se especifica la dirección del TCP, en este caso hacia abajo. Y posteriormente, usando la función ctrayectory, colocamos un número de pasos intermedios y varias especificaciones más para obtener un mejor resultado. Por último se usa la función de plot para poder observar los resultados.

VISIÓN

Para la solución del reto se implementaron dos sistemas de visión artificial, uno para cada celda. El sistema de visión de la celda 1 es un "Sistema de visión de producto terminado" y para la celda 2 "Sistema de detección de interferencias".

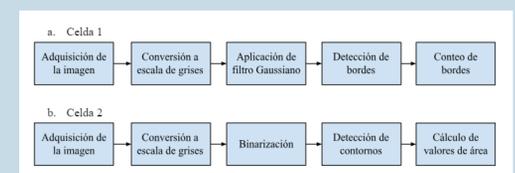
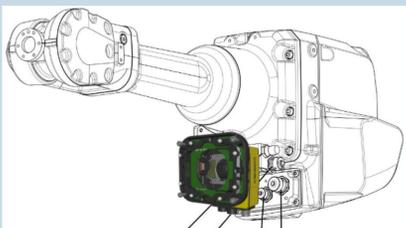
Ambos sistemas son fundamentales ya que impactan en la seguridad y el correcto funcionamiento de las celdas. El sistema de visión de la celda 1 ayuda a determinar si el producto está listo. Es importante mencionar que el sistema de visión no determina al completo si el producto está listo, sino que es un complemento de la programación propia y personalizada del brazo robótico para el producto con el que se está trabajando, además de contar con la supervisión del técnico.

El sistema de visión de la celda 2 es una medida de seguridad que detecta interferencias dentro del área de trabajo de la prensa con el fin de evitar daños hacia los operadores, el brazo robótico o cualquier otra posible interferencia.

3. Para ambos sistemas de visión, el tipo de iluminación es una luz integrada de gran potencia debido a que es fácil de montar directamente en la cámara y es útil para la distancia de trabajo de las celdas. Para la celda 1, la distancia de trabajo es de 1150 mm, el campo de visión es de 80° y la distancia focal es de 5 mm.

Para la celda 2, la distancia de trabajo es de 1800 mm, el campo de visión es de 50° y la distancia focal es de 5 mm.

Para este tipo de requerimientos y usando el asesor de lentes de COGNEX encontramos diferentes opciones de lentes como el LEC-86900 o el LEC-67709 que son compatibles con el sistema de visión In-Sight serie 7000 de la marca COGNEX. Ambos modelos de lente son compatibles con los dos sistemas de visión propuestos.



REFERENCIAS

1. ASESOR DE LENTES. (2023). Retrieved 21 February 2023, from <https://www.cognex.com/es-mx/resources/interactive-tools/lens-advisor>
2. Introducción a la visión artificial. Una guía para la automatización de procesos y mejorar la calidad, COGNEX, 2018.
3. IRB 2600: ABB Robotics. Robotics. (n.d.). Retrieved March 16, 2023, from <https://new.abb.com/products/robotics/robots/articulated-robots/irb-2600>
4. LEC-86900 - Vision systems (COGNEX) - Shepherd controls. (2023). Retrieved 17 March 2023, from <https://www.shop-shepherdcontrols.com/products/LEC-86900>
5. LEC-67709 - Sistemas de visión (COGNEX) - Shepherd controls. (2023). Retrieved 17 March 2023, from https://www.shop-shepherdcontrols.com/products/LEC-67709?locale=es_ES
6. Ley del Seguro Social - Universidad de Colima. (n.d.). Retrieved March 17, 2023, from https://www.ucof.mx/content/cms/13/file/federal/LEY_DEL_SEGURO_SOCIAL.pdf
7. LIGHTING ADVISOR. (2023). Retrieved 21 February 2023, from <https://www.cognex.com/es-mx/resources/interactive-tools/lighting-advisor>
8. Linear floor axes. LUCAS ROBOTIC SYSTEM. (n.d.). Retrieved March 16, 2023, from <https://www.lucas-robotic-system.com/en/products/linear-floor-axes>
9. Norma Oficial mexicana nom-036-1-STPS-2018, factores de Riesgo Ergonómico en el trabajo-identificación, análisis, Prevención y control. parte 1: Manejo Manual de Cargas. stps11_C. (n.d.). Retrieved March 16, 2023, from https://www.dof.gob.mx/normasOficiales/7468/stps11_C/stps11_C.html
10. Online learnings: ABB Robotics. Robotics. (n.d.). Retrieved March 16, 2023, from <https://new.abb.com/products/robotics/service/training/online-learnings>
11. SISTEMAS DE VISIÓN IN-SIGHT 7000. (2023). Retrieved 17 March 2023, from <https://www.cognex.com/es-mx/products/machine-vision/2d-machine-vision-systems/in-sight-7000-series>
12. INTRODUCTION TO ROBOTICS: MECHANICS AND CONTROL. (2014). Retrieved 17 March 2023, from [https://mekatronik.erciyes.edu.tr/seritacsavas/docs/Craig,%20John%20-%20Introduction%20to%20Robotics%20mechanics%20and%20control-Pearson%20Higher%20Education%20\(2014\).pdf](https://mekatronik.erciyes.edu.tr/seritacsavas/docs/Craig,%20John%20-%20Introduction%20to%20Robotics%20mechanics%20and%20control-Pearson%20Higher%20Education%20(2014).pdf)



Pedro Abaroa
IMT 6°



Javier Tarango
IMT 6°



Fátima Mouriño
IMT 6°



Santiago Arroyo
IMT 6°