

Desarrollo y Simulación de un Sistema de Paletizado Automatizado para Educación Universitaria

Presentación: 24/09/2024

Development and Simulation of an Automated Palletizing System for University Education

Diego Butto.

UTN (Acuña 49, Rafaela), Facultad Regional Rafaela, UTN
diegbutto@gmail.com.

Julián Gervasoni.

UTN (Acuña 49, Rafaela), Facultad Regional Rafaela, UTN
juliangervasoni2011@hotmail.com

Este trabajo ha sido realizado bajo la dirección del Mg. Eduardo Monier, coordinador e investigador de apoyo, perteneciente al grupo GIAMNCI (Grupo de investigación de métodos numéricos en ciencia e ingeniería) en el marco del proyecto "Desarrollo y Simulación de un Sistema de Paletizado Automatizado para Educación Universitaria."

Resumen

En este estudio abordamos el desarrollo de una formación para la mejor utilización de un robot manipulador equipado con una cinta transportadora con un sistema actuador de ventosa que simula el proceso de paletizado de cajas. El objetivo principal es crear una herramienta educativa que facilite la enseñanza práctica de la automatización industrial en el ámbito universitario y hacerlo extensivo hacia la comunidad toda. La simulación permite a los estudiantes experimentar con tecnologías actuales, entender los principios de la robótica, automatización y la motivación a seguir profundizando estas capacidades.

Palabras clave: Automatización Educativa, Tecnología de Automatización, Educación en Ingeniería, Integración de Sistemas.

Abstract

In this study we address the development of training for the best use of a manipulator robot equipped with a conveyor belt with a suction cup actuator system that simulates the box palletizing process. The main objective is to create an educational tool that facilitates the practical teaching of industrial automation in the university environment and extend it to the entire community. Simulation allows students to experiment with current technologies, understand the principles of robotics, automation and the motivation to continue deepening these capabilities.

Keywords: Educational Automation, Automation Technology, Engineering Education, Systems Integration.

Introducción

Como lo cita Llopis, Romero Pérez, & Ariño Latorre, (2010), "En las últimas décadas se ha seguido la tendencia de automatizar de manera progresiva procesos productivos de todo tipo. Esta tendencia ha sido y sigue siendo posible gracias al desarrollo y abaratamiento de la tecnología necesaria. La automatización de los procesos de producción persigue los objetivos:

Mejorar la calidad y mantener un nivel de calidad uniforme.

Producir las cantidades necesarias en el momento preciso.

Mejorar la productividad y reducir costes.

Hacer más flexible el sistema productivo (facilitar los cambios en la producción).

Estos objetivos se han convertido de hecho en requisitos indispensables para mantener la competitividad, por lo que el aumento del nivel de automatización de los procesos es simplemente una necesidad para sobrevivir en el mercado actual”.

Desde este puesto de vista es que nos interesa desarrollar un proceso de paletizado para el manejo, distribución y almacenamiento de productos. Automatizar este proceso con robots manipuladores permite cumplir los objetivos citados anteriormente.

Desde el punto de vista formativo, tomando esta cita de (Vargas Guativa, Guapacho Castro, & Isaza Domínguez, 2017, pág. 6). “En los programas de formación superior, donde la posibilidad de contar con estas herramientas tecnológicas hace que los beneficios de hacerlo sean notables, se han desarrollado trabajos investigativos diversos: con ellos se han implementado planes para permitir que los docentes universitarios cuenten con los conocimientos y dispongan de las herramientas necesarias para realizar actividades educativas que involucren TIC”.

Entonces, cumpliendo los objetivos y tratando de formar a docentes y alumnos con el desarrollo de un sistema práctico que simula el paletizado de cajas utilizando un robot manipulador marca (ABB IRB120) con una cinta transportadora, un sistema de ventosa neumática por vacío y facilidades que simulan la paquetería y paletizado.

Objetivo

Crear una herramienta educativa que facilite la enseñanza práctica de las tecnologías de automatización en el entorno universitario. Para lograr esto, el proyecto tiene como muestra las figuras 1 y 2, los siguientes hitos:

1. Diseñar y Construir un Prototipo Funcional: Desarrollar un sistema que simule de manera efectiva el proceso de paletizado, incorporando un robot manipulador ABB IRB120, una cinta transportadora y un sistema de ventosa neumática.

2. Programar el Robot Manipulador: Implementar la programación a través del software RobotStudio, simulación y ensayo necesarios para que el brazo manipulador realice las tareas definidas en forma virtual en una primera instancia y de forma práctica mediante el uso del manipulador.

3. Integrar la Cinta Transportadora y el Sistema de Ventosa neumática: Asegurar el funcionamiento sin problemas de la cinta y el sistema de ventosa para facilitar el movimiento y manejo de las cajas dentro de la simulación.

4. Desarrollar Materiales Educativos: Crear guías instructivas y manuales prácticos para los estudiantes, junto con material audiovisual que apoye la experiencia de aprendizaje. Al cumplir con estos objetivos, el proyecto busca proporcionar a los estudiantes una herramienta práctica que refuerce los conceptos teóricos y mejore su comprensión de las tecnologías de automatización actuales, además de simular en pc la misma programación real en virtual para multiplicar las capacidades de trabajo en diferentes puestos de trabajo de alumnos.



Figura 1. Visualización del equipamiento físico y su respectivo homólogo en el simulador.



Figura 2. Mesa donde se realiza la simulación de paletizado.

Es decir, como objetivo general perseguimos desarrollar la formación a través de alumnos avanzados y docentes que dominen esta tecnología para poder utilizar este brazo manipulador en varias prácticas para hacer extensivo este conocimiento a las diferentes comunidades tanto universitarias como industriales

Desarrollo

El desarrollo del proyecto se llevó a cabo en el laboratorio de robótica de la UTN FRRA, comenzando con el diseño del sistema. con un robot manipulador ABB IRB120, Brazo de construcción similar al de utilizado en Industria solo reducido en sus distancias y capacidad de carga debido a sus dimensiones, pero sin diferencias en cuanto a la programación a lo que se encuentran en las industrias actualmente, el cual es esencial para el proceso de paletizado. Este robot fue equipado con un sistema de ventosas neumáticas para sujetar y colocar las cajas (bloques de aluminio) de manera segura. La cinta transportadora es utilizada para trasladar las cajas desde el área de simulación productiva hasta el punto de carga, y luego el manipulador toma sujetando el paquete y llevándolo a la estación de paletizado. Se utilizó un motor paso a paso para accionar la cinta, y la correa se desliza sobre una guía metálica; en un extremo posee el rodillo impulsor y en el otro un rodillo de guía para asegurar un movimiento suave de las cajas. El sistema de ventosa es utilizado para sujetar las cajas durante el traslado. Se utilizan ventosas de silicona con alta capacidad de succión para asegurar un agarre firme. El sistema incluye un mecanismo de control de vacío para ajustar la fuerza de succión según el tamaño y peso de las cajas. Para controlar el robot manipulador, se desarrolló un programa que incluye secuencias de movimientos para recoger las cajas de la cinta transportadora, trasladarlas a la posición de paletizado y colocarlas en la ubicación correcta. Las pruebas exhaustivas del sistema completo se realizaron para verificar su funcionamiento. Durante las pruebas, se realizaron ajustes y calibraciones para mejorar la precisión del robot y el rendimiento de la cinta transportadora. La fuerza de succión del sistema de ventosa se ajustó y se optimizó el tiempo de respuesta del robot para asegurar una operación fluida y sin errores.

En nuestro desarrollo para mantenerlo en el tiempo, el mayor obstáculo es como realizar la transferencia a diferentes alumnos líderes que se mantengan en los proyectos de investigación con la utilización de estas tecnologías. Si bien no es un inconveniente mayor, si hay que plantearlo con la incorporación de nuevos alumnos avanzados con una inducción básica para que dominen los trabajos prácticos existentes y creen nuevos año a año.

El proceso se desarrolla en pc simulando todo el desarrollo y luego se prueba en tiempo real sobre la maqueta y en todas las velocidades del manipulador para demostrar la robustez y solidez del desarrollo en todas sus etapas y la precisión de este. Como se muestra en las Figura 3.



Figura 3. Muestra de un punto intermedio de la simulación.

La programación se realizó utilizando el manual del operador robot studio (AB, 2011) y el programa RobotStudio el cual permite controlar el manipulador para realizar los distintos proyectos que se deseen realizar. El objetivo principal de este software es gestionar el movimiento del robot para cargar y descargar piezas en un entorno de paletización. La programación define varias posiciones y procedimientos como se puede visualizar en las figuras 4 y 5.

```

1  PROC main()
2  ENDPROC
3  PROC succionON ()
4  setdo q0,1;
5  waittime 0.5;
6  ENDPROC
7  PROC succionOFF ()
8  setdo q0,0;
9  waittime 0.5;
10 ENDPROC
11 PROC carga ()
12 movej precarga,v5000,fin,tool2;
13 movej Offs (precarga,0,0,-43.94),v5000,fin,tool2;
14 ENDPROC
15 PROC posicioncarga ()
16 movej precarga,v5000,fin,tool2;
17 movej predescarga,v5000,fin,tool2;
18 ENDPROC
19 PROC descarga ()
20 IF capa=1 then
21 altura:=0;
22 descargalepar;
23 ENDIF
24 IF capa=3 then
25 altura:=40;
26 descargalepar;
27 ENDIF
28 IF capa=2 then
29 altura:=28;
30 descargalepar;
31 ENDIF
32 ENDPROC
33 PROC main()
34 setdo q0,1;
35 waittime 0.5;
36 ENDPROC
37 PROC main()
38 setdo q0,0;
39 waittime 0.5;
40 ENDPROC
41 PROC main()
42 movej precarga,v5000,fin,tool2;
43 movej Offs (precarga,0,0,-43.94),v5000,fin,tool2;
44 ENDPROC
45 PROC main()
46 movej precarga,v5000,fin,tool2;
47 movej predescarga,v5000,fin,tool2;
48 ENDPROC
49 PROC main()
50 IF capa=1 then
51 altura:=0;
52 descargalepar;
53 ENDIF
54 IF capa=3 then
55 altura:=40;
56 descargalepar;
57 ENDIF
58 IF capa=2 then
59 altura:=28;
60 descargalepar;
61 ENDIF
62 ENDPROC

```

Figura 4. Primera parte el código.

```

31 ENDPROC
32
33 PROC succionON ()
34 setdo q0,1;
35 waittime 0.5;
36 ENDPROC
37 PROC succionOFF ()
38 setdo q0,0;
39 waittime 0.5;
40 ENDPROC
41 PROC carga ()
42 movej precarga,v5000,fin,tool2;
43 movej Offs (precarga,0,0,-43.94),v5000,fin,tool2;
44 ENDPROC
45 PROC posicioncarga ()
46 movej precarga,v5000,fin,tool2;
47 movej predescarga,v5000,fin,tool2;
48 ENDPROC
49 PROC descarga ()
50 IF capa=1 then
51 altura:=0;
52 descargalepar;
53 ENDIF
54 IF capa=3 then
55 altura:=40;
56 descargalepar;
57 ENDIF
58 IF capa=2 then
59 altura:=28;
60 descargalepar;
61 ENDIF
62 ENDPROC

```

Figura 5. Segunda parte del código.

El código define posiciones clave (`robtarger`) que define puntos específicos que nos permite realizar ciertos movimientos tanto en ese punto como en otro lugar con la función offset, que especifican dónde el robot debe moverse para cargar y descargar piezas. Además, se configura la herramienta utilizada por el robot con `tooldata` que en este caso es la ventosa neumática. Las variables como `caja`, `capa` y `altura` determinan la posición y el estado durante el proceso.

El procedimiento `main()` gestiona el flujo del robot, comenzando con un contador de cajas, el cual al pasar por un punto incrementa una unidad; por otro lado contamos con la marcha de cinta

que realiza el encendido y movimiento de las piezas al punto de carga. Otras funciones importantes son las de succión donde uno activa las señales digitales para dar energía a la electroválvula y la otra desenergiza el sistema permitiendo a la ventosa actuar de forma eficiente.

Finalizando el desarrollo hemos obtenidos una maqueta que simula un prototipo funcional, programación del robot e integrando el sistema, al mismo tiempo que se desarrolló toda la documentación teórica tanto para el docente como para el alumno. De esta forma, cumpliendo con los objetivos propuestos y motivando al aprendizaje de estas competencias.

Conclusiones

El proyecto se concretó en todas sus etapas incorporando este trabajo práctico dentro de asignaturas de la carrera de ingeniería industrial y electromecánica.

Esto proporciona una valiosa experiencia práctica para los estudiantes, sino que también refuerza la comprensión de los conceptos teóricos de la automatización y la robótica. Promoviendo un aprendizaje más efectivo y aplicado. Este enfoque educativo y práctico contribuye significativamente a la formación de futuros profesionales en el campo de la automatización industrial. Tal como lo citan estos autores en sus respectivas biografías (Martínez & Rodríguez Pesce, 2017) (Santillán Mariño, Montalvo Jaramillo, & López Ortiz, 2017).

La concreción de este trabajo da pie para desarrollar varios proyectos más, los cuales se desarrollan para sumar más trabajos prácticos, donde el brazo manipulador se integra con diferentes actuadores, con el fin de representar, simular la mayor cantidad de alternativas diferentes para situaciones reales de la industria.

Haciendo fuerte hincapié en cumplir con los objetivos propuestos y motivando al aprendizaje de estas competencias.

Bibliografía

- Llopis, R. S., Romero Pérez, J. A., & Ariño Latorre, C. V. (2010). *Automatización Industrial*. Castelló de la Plana: Col·lecció Sapientia, 31.
- Vargas Guativa, J. A., Guapacho Castro, J. J., & Isaza Domínguez, L. G. (Septiembre - Diciembre de 2017). *Robótica móvil: una estrategia innovadora*. *Revista Virtual - Universidad Católica del Norte*, pág. <http://revistavirtual.ucn.edu.co>.
- AB, A. (2011). *Manual del operador robot studio*. Obtenido de https://library.e.abb.com/public/6aeb483836740e11c1257b4b0052375b/3HAC032104-005_revE_es.pdf
- Martínez, M. C., & Rodríguez Pesce, E. (02 de 12 de 2017). *Formación Docente en Robótica - Una Experiencia en un Curso Semi Presencial*. *Revista Tecnología y Ciencia*, págs. <https://doi.org/10.33414/rtyc.35.82-93.2019>.
- Santillán Mariño, C. J., Montalvo Jaramillo, P. E., & López Ortiz, s. a. (12 de 07 de 2017). *diseño e implementación de un modelo de estación de paletizado para baldosas con el robot industrial kawasaki rs003n para el laboratorio de automatización de la facultad de mecánica*. *trabajo de titulación*, pág. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/7555/1/15T00668.pdf>.