



Comunicación Corta

Simulación con robots colaborativos para prácticas de sistemas de información logística con estudiantes de ingeniería

Simulation with collaborative robots for logistics information systems' practices with engineering students

María Elena Perdomo Perdomo,¹ José Luis Ordóñez Ávila

Facultad de Ingeniería, Universidad Tecnológica Centroamericana, San Pedro Sula, Honduras

Historia del artículo:

Recibido: 26 junio 2019

Revisado: 13 septiembre 2019

Aceptado: 13 noviembre 2019

Publicado: 30 diciembre 2019

Palabras clave

Automatización

Estudiantes

Industria

Laboratorio

Robots

Keywords

Automation

Industry

Laboratory

Robots

Students

RESUMEN. Introducción: El sector logístico requiere más eficiencia y calidad en sus operaciones, permitiendo que los procesos se apoyen en soluciones automatizadas y robotizadas y poder cumplir con las entregas de pedidos a clientes. El objetivo del estudio fue aplicar como práctica de clase un diseño de distribución y procesos de laboratorio de sistemas logísticos asistidos por robots colaborativos para la simulación del almacenamiento y preparación de pedidos en un centro de distribución manejado por alumnos de la Universidad Tecnológica Centroamericana en Honduras. **Métodos:** Se diseñó un laboratorio para simular un centro de distribución o almacén, con actividades de recibo de embarques y almacenaje, preparación, procesamiento y despacho de pedidos. **Resultados:** El equipo más eficiente (equipo 5) fue el que terminó el procesamiento de pedidos en menor tiempo. Sin embargo, este equipo también fue el que tuvo más mermas. **Conclusión:** La experiencia contribuyó con la promoción de automatización en procesos logísticos. Los alumnos aprendieron sobre la importancia que tiene el manejo de estrategias, tiempos y satisfacción al cliente en la logística.

ABSTRACT. Introduction: The logistics sector requires more efficiency and quality in its operations, allowing processes to rely on automated and robotic solutions to be able to fulfill the deliveries of orders to customers. The study aim was to apply as teaching practice a distribution design and laboratory processes of logistics systems assisted by collaborative robots for the simulation of storage and preparation of orders in a distribution center managed by students of the Universidad Tecnológica Centroamericana in Honduras. **Methods:** A laboratory was created to simulate a distribution center or warehouse, with activities of receipt of shipments and storage, preparation, processing and dispatch of orders. **Results:** The most efficient team (team 5) finished the order processing in less time. However, this team also made the most losses. **Conclusion:** The experience helped promote automation in logistics processes. Students learned about the importance of managing strategies, times and customer satisfaction in logistics.

1. Introducción

La gestión de la cadena de suministro de la industria y la educación ha crecido rápidamente en los últimos años (Simchi-Levi, 2003). La importancia de la distribución de productos de un sitio a otro o directamente a los consumidores finales se ha convertido en una necesidad primordial en las diferentes empresas comercializadoras de productos en Honduras.

En el área de aprendizaje, se resalta el gran impacto que tiene las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) para los alumnos y docentes. La cuarta revolución industrial se ha incluido en procesos cada vez más e integra

sistemas de información gerencial a máquinas mediante las redes de comunicación e incluso el internet (Miguel, 2013).

La logística utiliza robots, ya que son más rápidos y más contantes. Esta tecnología lleva al aumento de la productividad y la calidad y es una razón porque las grandes transnacionales como las embotelladoras y la industria alimenticia utiliza robots en sus procesos de embalaje. En 1997, Japón produjo el 21% de los automóviles. El éxito de los fabricantes japoneses se atribuyó a métodos de fabricación usando automatización y robótica (este país tiene actualmente 323 robots por cada 10,000 personas) (Lawton, 2016). El corazón de los procesos logísticos es la preparación de pedidos, i.e., actividades de recopilar la información necesaria sobre los productos y servicios

¹ Autor correspondiente: maria_perdomo@unitec.edu, UNITEC, Campus San Pedro Sula, Km. 5 carretera a Puerto Cortés, San Pedro Sula, Honduras

Disponible en <https://doi.org/10.5377/innovare.v8i2.8989>

© 2019 Autores y UNITEC. Este es un artículo de acceso abierto según licencia <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0>

deseados. Los pedidos son revisados y después despachados a los clientes (Ballou, 2004). Para fortalecer este tipo de experiencias, la Universidad Tecnológica Centroamericana (UNITEC) ha desarrollado e implementado un laboratorio de robots colaborativos con el objetivo de demostrar la aplicación de las estrategias de logística de los centros de distribución por parte de los alumnos de la clase de Sistemas de Información Logística. Los alumnos desarrollaron el laboratorio aplicando diferentes estrategias y optimizando sus operaciones para realizar una logística rentable considerando que un almacén puede ser un gran generador de costes, cuando se contagia del círculo vicioso de la improductividad (Cadena logística, s.f.). El objetivo de estudio fue demostrar la aplicación de las estrategias de logística de los centros de distribución como práctica educativa con alumnos de UNITEC en San Pedro Sula, Honduras.

2. Métodos

La clase de Sistemas de Información Logística incluye actividades realizadas tradicionalmente, con intensa mano de obra que puede automatizarse por medio de sistemas de información. Esta clase incorpora dispositivos electrónicos y robots. Basado en esta idea, se diseñó un laboratorio para simular un centro de distribución o almacén, con actividades de recibo de embarques y almacenaje, preparación, procesamiento y despacho de pedidos. La metodología del laboratorio fue la siguiente: (1) diseño de distribución, (2) diseño de proceso, (3) programación de los robots y (4) reglamento de laboratorio e implementación. La distribución de la pista se describe en la Figura 1. La pista se elaboró sobre una tabla de plywood, con acabados de pintura y cintas que marcaron las líneas de seguimiento del almacén. Se usó dos robots. Uno de los robots móviles realizó los desplazamientos. Un brazo del robot fue el encargado de colocar los pallets dentro del almacén y de cargar y descargar el robot móvil. Tres racks fueron elaborados, con manufactura aditiva en una impresora 3D.

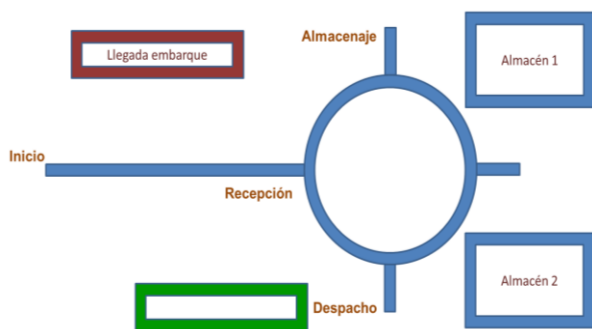


Figura 1 Diseño de distribución y de procesos usado en clase.

La simulación de los pallets fue realizada con piezas lego que formaron una caja parecida a un pallet con mercaderías y/o productos. La información del almacén se encuentra en una aplicación en la nube. Una comunicación ethernet fue enviada a la aplicación cada vez que el producto fue recibido o despachado del almacén. El robot móvil se operó mediante una aplicación descargable en el celular llamada Arduino bluetooth controller. Esta aplicación envió comandos al robot para realizar operaciones previamente programadas. El brazo robot Mover 4 fue teleoperado mediante un control de PlayStation 2 o mediante comandos de programación. Este brazo robot fue el encargado de realizar la descarga, el almacenaje y la carga de los productos y/o mercancías.

El robot móvil inició en el área de embarque, donde fue cargado manualmente con el número de pallets indicados. El robot móvil se desplazó al área de almacenaje que es el lugar donde el brazo robot realizó la descarga y colocó los pallets dentro de los almacenes 1 o 2. Al despejar los pedidos, el robot móvil fue cargado por el brazo robot, con la cantidad de pedidos que estuvieron programados para ser despachados. El robot móvil se desplazó al área de despacho y fue descargado manualmente.

La actividad se desarrolló con cinco equipos, distribuidos en parejas de alumnos. Un alumno fue encargado de controlar el robot móvil, mediante la aplicación del celular. Además, el alumno controló los puntos donde el robot debió hacer paros para ser cargado y descargado. Esto se hizo manualmente o por medio del brazo robot. El otro alumno se encargó de manejar el brazo robot descargando y cargando el robot móvil, así como colocando los pallets en el almacén. Cada pareja de alumnos utilizó las estrategias más convenientes para poder despachar los 10 pedidos que tenía como meta. Los alumnos transportaron hasta dos pallets. Paralelamente, se usó el método primeras entradas primeras salidas (PEPS) y el cruce de andén durante el estudio. Se procuró realizar el trabajo en el menor tiempo posible y poder cumplir con las especificaciones indicadas.

2.1. Reglamento de Laboratorio

Los lineamientos de la ejecución del laboratorio fueron:

- Se utilizará un robot de transporte y uno para el almacenamiento.
- El robot de transporte será operado vía bluetooth, en su modo automático y los paros de emergencia (STOP).
- El robot de almacenamiento será programado de forma automática u operado por control de consola.
- El almacén comenzará completamente vacío.
- Se puede utilizar todas las técnicas y equipo de almacenaje y preparación de pedidos conocidas.
- El robot de transporte siempre deberá completar el recorrido.

- g) El robot de transporte comenzará en la posición de inicio.
- h) Se cargará el producto manualmente en la posición de recepción.
- i) Se despachará el producto manualmente en la posición de despacho.
- j) Si un pallet se cae, será considerado merma, no podrá ser despachado.
- k) El precio de venta de los pallets tipo A es L. 200,000.00 y el B es de L. 150,000.00.
- l) El costo de venta de los pallets tipo A es L. 110,000.00 mil y el B es de L. 75,000.00.

Las disposiciones sobre las órdenes de trabajo que los estudiantes debían procesar eran así:

- a) Se ejecutarán 4 embarques de almacenaje y 10 órdenes de despacho.
- b) Las órdenes de despacho se deben almacenar en el orden que son realizados, i.e., comenzar por el pedido 1 hasta llegar al 10.
- c) No se pueden saltar pedidos.

Cuadro 1

Resultados generales de las actividades de cada equipo.

Actividades realizadas	Equipos				
	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5
Embarques recibidos	4	1	4	2	4
Productos almacenados	5	1	4	0	2
Pedidos despachados	10	0	9	4	10
Mermas	1	1	2	2	4
Productos sin almacenar	0	14	1	10	0
Tiempo (minutos)	11 min 52 s	6 min 20 s	11 min 7 s	12 min	8 min 18 s

5. Conclusión

Este estudio contribuyó con la promoción de automatización en los procesos logísticos en los alumnos, quienes aprendieron sobre la importancia que tiene el manejo de estrategias, tiempos y satisfacción al cliente en la logística. La simulación realizada mostró ser una práctica educativa útil.

6. Contribuciones de los Autores

Todos los autores contribuyeron a revisar la literatura, realizar el estudio, analizar los datos y a escribir el manuscrito.

3. Resultados

El Cuadro 1 muestra los resultados generales de todos los equipos. El equipo No. 1 utilizó el método PEPS para los productos de baja rotación, mientras que para los productos de alta rotación utilizó el cruce de andén. Esto lo hizo debido a la falta de entrenamiento del operador del brazo robot que le ocasionó la pérdida de un pallet. Esto generó una merma. No obstante, su operación dio como resultado una ganancia de L.180,000.00.

El equipo No. 2 no pudo completar el circuito obteniendo resultados negativos por la falta de preparación. Por otra parte, el equipo 3 procesó todos los pedidos, pero tuvo una devolución por producto cruzado. Es decir, este equipo envió un producto tipo B a un cliente que solicitó un producto tipo A. Por lo tanto, su operación quedó en un punto de equilibrio.

Con respecto al equipo No. 4, solo procesó dos pedidos, debido a la falta de entrenamiento. Esto resultó en una pérdida. Finalmente, el equipo 5 procesó todos los pedidos en un menor tiempo. Sin embargo, este equipo fue el que tuvo mayor número de mermas. Esto ocasionó que su operación quedará casi en punto de equilibrio.

7. Reconocimientos

A los estudiantes y colaboradores del laboratorio que participaron en las prácticas evaluadas para este reporte.

8. Conflictos de Interés

Los autores declaran no tener ningún conflicto de interés.

9. Referencias Bibliográficas

Alcocer Quinteros, J. A. (2019). Desempeño integral de los procesos logísticos en una cadena de suministros. *Ingeniería Industrial*, (40), p. 78-87.

- Ballou, R. (2004). *Logística y administración de la cadena de suministros*. Mexico: Pearson.
- Bonilla, C. T. (2012). Análisis de la apertura de centros de distribución internacionales con base en precios de transferencia. *Entre Ciencia e Ingeniería*, 12, p. 64-74.
- Bonilla, D., Tamayo, C.J., & Vidal, C.J. (2012). Análisis de la apertura de centros de distribución internacionales con base en precios de transferencia, *Entre Ciencia e Ingeniería*, 12, p. 64-74.
- Cadena Logística. (s.f.). Cadena Logística. Disponible en: <http://cdncadenalogistica.com/>.
- Common Place Robotics. (s.f.). Commonplace robotics. Disponible en: <https://cpr-robots.com/>.
- Estrada Mejía, S., Restrepo de Ocampo, L.S., Ballesteros S., & Pedro, P. (2010), Análisis de los costos logísticos en la administración de la cadena de suministro. *Scientia et Technica*, No. 45, 272-277.
- Johnson, K. (s.f.). Automated robotics: Logistic Revolution. Future technologies.
- Kenneth Laudon, J. L. (2012). *Sistemas de información gerencial*. Mexico: Pearson Educación.
- Lawton, J. (2016). Collaborative robots. *International Society of Automation*, p. 12-14.
- Lydon, B. (2016). Industry 4.0: Intelligent and flexible production. *International Society of Automation*, p. 12-17.
- Miguel, S. E. (2013). Aplicación del portafolio grupal en la asignatura de Dirección de Producción y Logística: resultados de una prueba piloto. *Revista de Educación en Contabilidad, Finanzas y Administración de Empresas*, p. 124-130.
- Simchi-Levi, D. E. (2003). *Designing and managing the supply chain: concepts, strategies and case studies*. Nueva York: McGraw Hill.
- Sunil Chopra, P. M. (2013). *Administración de la cadena de suministro*. Mexico: Pearson.
- Zamora, J. P. (2017). Coordinación del abastecimiento en proyectos de ingeniería mediante modelos de optimización. *Entre Ciencia e Ingeniería*, (11), p. 112-12