

Resumen

Este trabajo presenta el diseño e implementación de un sistema automatizado de almacenamiento y recuperación orientado a mejorar la eficiencia operativa y la gestión inteligente de inventarios en entornos académicos e industriales. El proyecto se desarrolla en la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE y propone una arquitectura mecatrónica de bajo costo basada en la integración coordinada de subsistemas mecánicos, electrónicos y de software. La solución incorpora múltiples estaciones de carga y descarga, un manipulador cartesiano de tres grados de libertad y una matriz de almacenamiento de alta densidad, capaces de gestionar colas dinámicas de productos y optimizar su ubicación según criterios de tipo y frecuencia de uso. El sistema emplea una red sensorial distribuida para la detección de ocupación y la clasificación automática de objetos, junto con una arquitectura de control distribuido que separa la lógica de procesamiento de la etapa de potencia, mejorando la robustez y la integridad de señal. Asimismo, se implementan algoritmos de optimización de trayectorias y estrategias de gestión de almacenamiento que reducen tiempos de ciclo, movimientos innecesarios y consumo energético. La supervisión del proceso se realiza mediante una interfaz hombre-máquina desarrollada en software, que permite monitoreo en tiempo real, registro de datos y control remoto de las operaciones. La metodología de desarrollo se basa en el Modelo en V para sistemas mecatrónicos, lo que facilita la descomposición funcional, el diseño modular y la validación progresiva de cada subsistema. Las pruebas experimentales evaluaron precisión de posicionamiento, confiabilidad de detección, sincronización de movimientos y desempeño global, evidenciando mejoras significativas frente al diseño base. Como resultado, el prototipo demuestra la viabilidad técnica de implementar soluciones logísticas inteligentes con hardware accesible, además de consolidarse como una plataforma didáctica que fortalece la formación práctica en automatización y robótica aplicada.

Palabras clave: Almacenamiento, optimización, trayectorias, logística, inventarios.

Abstract

This paper presents the design and implementation of an automated storage and retrieval system aimed at improving operational efficiency and intelligent inventory management in academic and industrial environments. The project is being developed at the Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE and proposes a low-cost mechatronic architecture based on the coordinated integration of mechanical, electronic, and software subsystems. The solution incorporates multiple loading and unloading stations, a Cartesian manipulator with three degrees of freedom, and a high density storage matrix capable of managing dynamic product queues and optimizing their location according to criteria such as type and frequency of use. The system uses a distributed sensor network for occupancy detection and automatic object classification, together with a distributed control architecture that separates the processing logic from the power stage, improving robustness and signal integrity. Trajectory optimization algorithms and storage management strategies are also implemented to reduce cycle times, unnecessary movements, and energy consumption. Process supervision is carried out through a software-developed human machine interface, which allows real-time monitoring, data logging, and remote control of operations. The development methodology is based on the V-model for mechatronic systems, which facilitates functional decomposition, modular design, and progressive validation of each subsystem. Experimental tests evaluated positioning accuracy, detection reliability, movement synchronization, and overall performance, showing significant improvements over the base design. As a result, the prototype demonstrates the technical feasibility of implementing smart logistics solutions with accessible hardware, as well as establishing itself as an educational platform that strengthens practical training in automation and applied robotics.

Keywords: Storage, optimization, trajectories, logistics, inventories.