

저비용 기반의 스택형 격자 물류창고 로봇 시스템

옥준영¹, 유정환², 원종완³, 정동성⁴

¹한국공학대학교 메카트로닉스공학과 학부생

²한국공학대학교 메카트로닉스공학과 학부생

³한국공학대학교 메카트로닉스공학과 학부생

⁴한국공학대학교 메카트로닉스공학과 학부생

okjunyoung@tukorea.ac.kr, money7339@tukorea.ac.kr, jonwon2009@tukorea.ac.kr,
zmdkfam12@tukorea.ac.kr

Low-Cost Based Stacked Grid Warehouse Robot System

Jun-Young Ok¹, Jung-Hwan Yu², Jong-Wan Won³, Dong-Sung Jung⁴

¹Dept. of Mechatronics Engineering, Korea University of Engineering

²Dept. of Mechatronics Engineering, Korea University of Engineering

³Dept. of Mechatronics Engineering, Korea University of Engineering

⁴Dept. of Mechatronics Engineering, Korea University of Engineering

요 약

물류 창고 운영에서 효율적인 재고 관리, 공간 관리 및 비용 절감은 주요 과제이다. 본 논문은 위와 같은 기존의 창고 방식의 주요 문제점을 해결하여 물류 창고의 운영 효율성을 향상시킬 수 있는 스택형 격자 물류창고 로봇 시스템을 소개한다. 로봇이 상부 레일을 통해 물류 박스를 이동시키는 방식을 도입하여 기존의 비효율적인 공간 낭비와 인건비 문제를 해결하였으며, 이를 통해 더 효율적인 창고 운영이 가능해진다. 이 시스템을 도입하여 국내 물류 기업들의 경쟁력을 높이는 데 기여할 수 있을 것으로 예상된다.

1. 서론

물류 창고 운영은 현대 산업에서 핵심적인 요소로, 효율적인 재고 관리와 비용 절감이 필수적이다. 특히, 물류 센터의 공간 활용 문제와 인건비 상승은 물류 업계 전반에 걸쳐 해결해야 할 주요 과제이다. 이러한 문제를 해결하기 위해 본 논문에서는 스택형 격자 물류창고 로봇 시스템(이하 물류창고 시스템)을 제안한다.

물류창고 시스템은 격자형 물류창고 내에서 창고 로봇이 상부의 레일을 따라 이동하며 물류 박스를 처리하는 방식이다. 기존의 물류 창고는 복도가 필요하여 공간이 낭비되는 문제가 있었다. 용역을 로봇으로 대체하여 기존 시스템의 복도를 제거하고 상부에 배치된 로봇이 물류 박스를 지정된 위치로 운송하는 방식을 도입하여 공간 활용도를 극대화하고, 물류 처리의 효율성을 크게 향상시킬 수 있을 것으로 보인다. 본 연구는 위와 같은 접근 방식을 통해 기존의 물류 운영 방식보다 더욱 효율적이고 경제적인 창고 운영 솔루션을 제시한다.

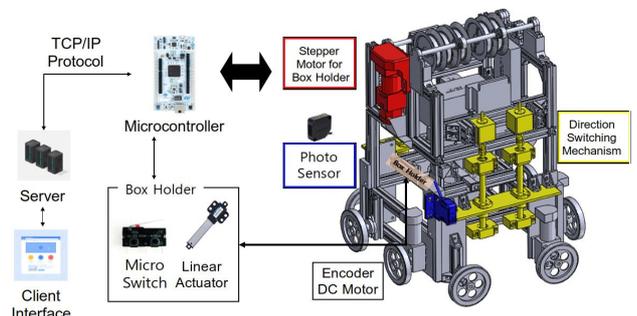
2. 시스템 구성

2.1 S/W

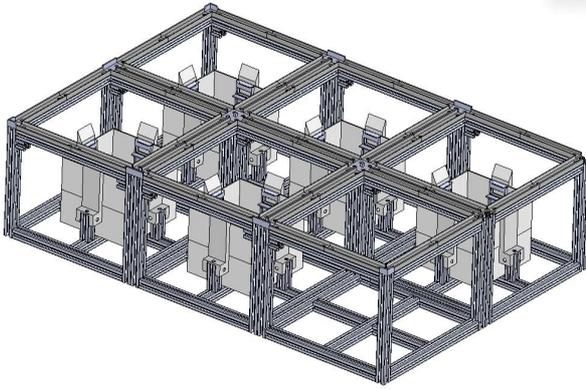
사용자가 서버에 명령어를 전송하면, 서버에서 동작순서를 로봇에 전달하여 동작을 처리하는 방식이다. 또한 정확한 위치값을 추종하기 위하여 엔코더와 PI제어, 포토 센서를 이용하였다.

2.2 H/W

3D프린터를 이용한 출력과 알루미늄 프로파일 등을 사용하여 프레임 및 각종 파트들을 구성하였다. 로봇의 크기는 435mm x 445mm x 565mm이다.



[Fig. 1] Robot System Configuration



[Fig.2] Grid-Based Warehouse

2.2.1 이동 동력부

[Fig. 2] 와 같은 격자형 창고에서 이동 할 수 있도록 각 축에 모터를 [Fig.3] 과 같이 장착하였으며, 방향 전환이 가능하도록 볼 스크류에 스텝모터를 장착하였다.

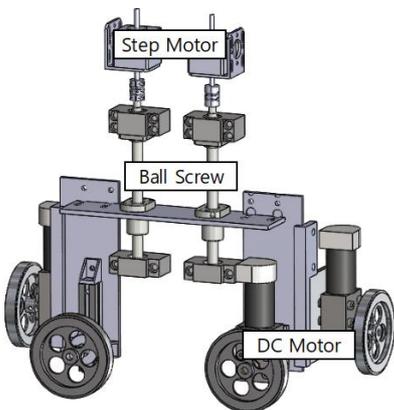
2.2.2 박스홀더(Box Holder)

안정적인 물류의 이동을 위하여 [Fig. 4] 와 같이 리니어 모터 4개를 장착하여 박스의 직사각형 홀을 통해 박스를 상/하차 할 수 있도록 설계하였다. 또한, 상부 모터에 의해 상/하로 이동 할 수 있도록 3D프린터로 타이밍벨트 연결 장치를 설계 및 출력한 뒤 장착하였다.

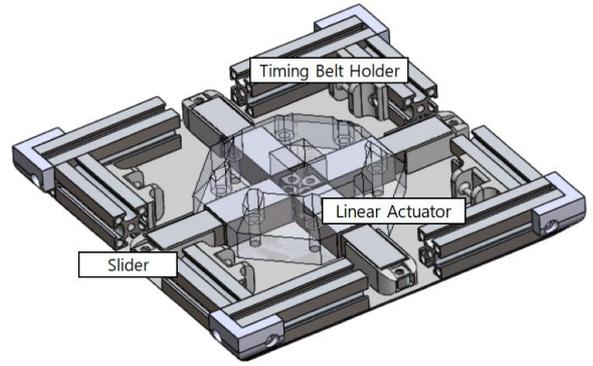
3. 제어시스템 구성

3.1 속도 PI제어기를 이용한 위치 제어

격자 상에서의 정확한 위치 제어를 위하여 속도 PI 제어기를 적용하였다.



[Fig. 3] Direction Switch Mechanism



[Fig.4] Box Holder Structure

3.2 물류이동 시스템의 구현

BFS 알고리즘을 이용하여 최적화 된 경로를 생성 할 수 있도록 하였다.

3.3 Panda3D를 이용한 사용자 인터페이스 구현

사용자가 시각적으로 물류의 이동을 확인 할 수 있도록 인터페이스를 구현하였다.

4. 결론

기존의 물류창고의 구조와 다른 격자형 물류창고 로봇 시스템을 제안하고 있다. 개선된 공간 활용성과 인건비 절감으로 국내 물류 기업들의 효율성과 영업을이점으로 인한 기업 간 경쟁력을 차별화 할 수 있는 수단이 될 것으로 기대된다.

감사의 글

※ 본 논문은 과학기술정보통신부 대학디지털교육 역량강화 사업의 지원을 통해 수행한 ICT멘토링 프로젝트 결과물입니다.

참고문헌

[1] 김성문, and 하현구. "국내 주요 물류기업의 효율성과 효율성에 미치는 영향요인 분석." 교통연구 24.3 (2017): 17-26.
 [2] 이종환, et al. "돌연변이 개미 군집화 알고리즘을 이용한 스마트 물류 창고의 다중 주문 처리 시스템." (2023).
 [3] 박태욱, 윤만석, "5G 기반 물류 자동화 로봇을 활용한 스마트 물류 창고 시스템 구현을 위한 연구"
 [4] 홍민지. "물류 창고의 자동화를 위한 다중 로봇 할당 및 경로계획 알고리즘: 다중 제품 픽업 및 배송." (2024).