

지게차 형태 자동 운반 로봇과 YOLOv8 객체 탐지 기술을 활용한 통합 관리 시스템 구현

유 광 민¹ · 김 남 호^{2*} · 최 광 미^{3*}

¹호남대학교 소프트웨어학과 학부생

²호남대학교 컴퓨터공학과 부교수

³호남대학교 컴퓨터공학과 조교수

Implementation of an Integrated Management System Using Forklift-Type Autonomous Transport Robots and YOLOv8 Object Detection Technology

Gwang-Min Yu¹ · Nam-Ho Kim^{2*} · Gwang-Mi Choi^{3*}

¹Bachelor's Course, Department of Software, Honam University, Gwangju 62399, Korea

²Associate Professor, Department of Computer Engineering, Honam University, Gwangju 62399, Korea

³Assistant Professor, Department of Computer Engineering, Honam University, Gwangju 62399, Korea

[요 약]

본 논문은 물류와 제조 공장에서의 인력 부담을 줄이고 작업 효율성을 향상시키기 위하여, 라즈베리 파이 4와 아두이노를 활용한 자동 운반 로봇과 이를 지원하는 통합 관리시스템을 구현하고자 한다. YOLOv8 객체 탐지 모델을 사용하여 물체를 인식하고 자동 적재 기능을 제공하며, Roboflow의 팔레트 데이터셋을 학습에 활용했다. 실험 결과, 100회 학습한 모델은 정밀도 97%, 재현율 97%, mAP@0.5 0.95로 높은 정확도를 보였으며, 200회 학습한 모델은 정밀도가 98%로 증가했으나, 재현율은 93%로 감소하였다. 라즈베리 파이 하드웨어의 제약으로 인해 최종적으로 100회 학습한 모델을 선택했다. 시스템은 Tkinter 기반 사용자 인터페이스로 적재 명령, 물품 현황 조회 등을 제공하며, 물류와 제조 공장에서의 효율성 향상에 기여할 것으로 기대된다.

[Abstract]

This study aimed to reduce the labor burden and improve work efficiency in logistics and manufacturing plants by implementing an automated transport robot and an integrated management system using Raspberry Pi 4 and Arduino. The system employs the YOLOv8 object detection model to recognize objects and provide automatic loading functionality, utilizing the Roboflow pallet dataset for training. Experimental results showed that the model trained 100 times achieved an average precision of 97%, a recall of 97%, and mAP@0.5 of 0.95, indicating high accuracy. In contrast, the model trained 200 times had an increased precision of 98% but a decreased recall of 93%. Considering the hardware limitations of Raspberry Pi, the model trained 100 times was selected. The system provides a user interface based on Tkinter, offering features such as loading commands and item status inquiries, and is expected to contribute to the improvement of efficiency in logistics and manufacturing plants.

색인어 : 딥러닝, 객체 탐지, YOLOv8, 운반로봇, 통합관리 시스템

Keyword : Deep Learning, Object Detection, YOLOv8, Transport Robot, Integrated Management System

<http://dx.doi.org/10.9728/dcs.2024.25.10.3013>



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Received 09 August 2024; **Revised** 23 September 2024

Accepted 26 September 2024

***Corresponding Author; Gwang-Mi Choi**

Tel: [REDACTED]

E-mail: cgmi66@honam.ac.kr

1. 서론

전 세계적으로 인구 감소와 고령화 문제는 노동력 부족 문제를 심화시키고 있다. 특히 제조업과 물류 산업은 이러한 문제로 인해 어려움을 겪고 있으며, 이에 따라 생산성 향상과 운영 비용 절감을 위한 다양한 해결책이 모색되고 있다. 이러한 배경에서 스마트 자동화 공장은 인공지능, 사물인터넷, 로봇 공학 등의 첨단 기술을 활용하여 효율적인 운영을 추구하고 있다. 그중에서도 자동 운반 로봇은 물류 및 제조 공장의 핵심 요소로 부각되고 있다. 자동 운반 로봇은 자율적으로 이동하며 다양한 작업을 수행할 수 있는 로봇으로, 물류와 제조 공장에서의 시간과 비용을 절감하는 데 크게 기여할 수 있다 [1]. 이 로봇들은 기존의 인력 중심 작업을 자동화함으로써 작업 효율을 극대화할 뿐만 아니라, 인력 부족 문제를 해결하는 데도 큰 도움이 된다. 본 논문에서는 자동 운반 로봇이 사용되고 있는 자율주행 로봇 기술을 조사하고 분석한다. 이를 통해 자동 운반 로봇의 개발 현황과 향후 발전 가능성을 탐구한다. 또한, 이러한 로봇을 개발하기 위한 구체적인 프로세스와 통합 관리 시스템을 제안한다. 결론적으로, 자동 운반 로봇은 인구 감소와 노동력 부족이라는 사회적 문제를 해결하는 데 중요한 역할을 할 것으로 사료된다.

II. 관련연구 및 제안배경

2-1 제안배경

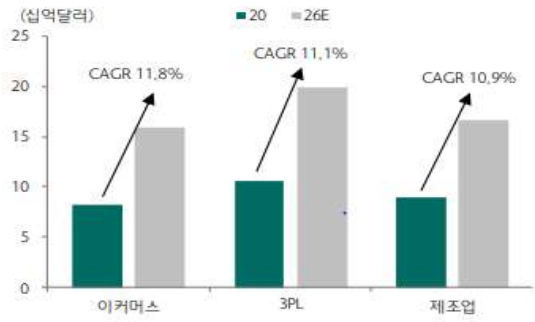
그림 1에서 볼 수 있듯이, 인구 감소와 고령화는 많은 선진국과 일부 개발도상국에서 노동력 부족 문제를 심화시키고 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해 운반 자동화 로봇과 같은 스마트 공장 기술이 중요한 해결책으로 주목받고 있다[2]. 운반 자동화 로봇은 물류와 제조 과정에서 시간과 비용을 절약하고 작업 효율을 극대화하여 기업의 경쟁력을 강화한다. 이는 노동력이 부족한 분야에서 안정적인 생산성을 유지하는



자료: World Population Prospect 2022(UN)
 [그래프 출처=한국경제연구원]
 *There is no English version available for the source from the Korea Economic Research Institute.

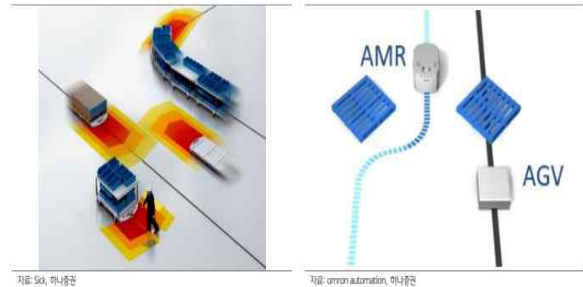
그림 1. 생산 가능인구 전망 그래프
 Fig. 1. Producibility population prospect graph

데 기여하며, 작업자의 안전을 보장하고 기술 발전을 통해 지속 가능한 효율성과 생산성을 실현할 수 있다[3]. 그림 2에서 볼 수 있듯이, 물류 로봇의 경제적 성장 전망은 계속해서 밝을 것으로 예상되며, 다양한 산업 분야로 자동화 로봇의 확장이 기대된다. 빠른 소비자 서비스 요구와 자동화 및 지능화에 대한 수요 증가로 인해 운반 자동화 로봇의 활용이 증가하고 있으며, 이는 스마트 공장의 운영 효율성을 높이는 데 큰 기여를 하고 있다[4].



자료: QYResearch, 마나증권
 *There is no English version of the Hana Securities source.

그림 2. 산업별 물류 로봇 성장 전망
 Fig. 2. Forecast for the growth of logistics robots by industry



자료: S&P, 마나증권
 자료: omnionautomation, 마나증권
 *There is no English version of the Hana Securities source.

그림 3. AGV vs AMR 물류 운반로봇 주행방식
 Fig. 3. AGV vs AMR logistics transport robot operation method mapping by obstacle recognition

2-2 AGV, AMR 물류로봇 특징 및 관련 연구

자율주행 로봇 AMR과 AGV는 복잡한 환경에서 스스로 경로를 계획하고 장애물을 회피할 수 있는 기술을 가지고 있다. 그림 3에서 보듯이, 두 개의 물류 로봇 간에는 주행 방식에 차이점이 있다. AGV는 레일을 따라가는 방식을 사용하며, AMR은 자율주행 기능을 통해 목표 지점까지 자유롭게 이동하는 기술을 보유하고 있다. 최신 운반 자동화 로봇은 사용자가 음성으로 명령을 내리면 이를 인식하여 지정된 위치로 물건을 운반할 수 있는 기술을 탑재하고 있으며, 이 기술은 머신러닝 알고리즘을 통해 지속적으로 개선되고 있다[3]. 이러한 기술 발전은 로봇이 점점 더 지능화되게 하여 생산 과정에서 지속 가능한 효율성과 생산성을 보장한다.

2-3 YOLOv8

최근 딥러닝을 활용한 객체 탐지 기술은 매우 빠르게 발전하고 있으며, 그중에서도 YOLO 시리즈는 실시간 객체 탐지 분야에서 많은 주목을 받아왔다. 그림 4와 같이 YOLOv8의 성능은 뒤에 시리즈 보다 월등한 성능을 보인다. YOLOv8은 몇 가지 주목할 만한 특징을 가지고 있다[5]. 첫째, 모델의 구조가 단순화되어 연산 속도가 빠르다. 둘째, 데이터 증강 기술을 효과적으로 사용하여 모델의 일반화 성능을 높였다. 셋째, 다양한 크기의 객체를 정확하게 탐지할 수 있도록 개선된 앵커 전략을 사용한다. 이러한 특징들 덕분에 YOLOv8은 실시간 객체감지 응용 분야에서 매우 유용하게 사용될 수 있다 [6],[7]. 본 논문에서는 자동 운반화 로봇의 시각 시스템에 YOLOv8을 적용하여 객체 탐지를 사용하고, 이를 통해 자동 운반화 로봇이 물류 및 제조 환경에서 어떻게 효율적으로 동작할 수 있는지 분석한다.

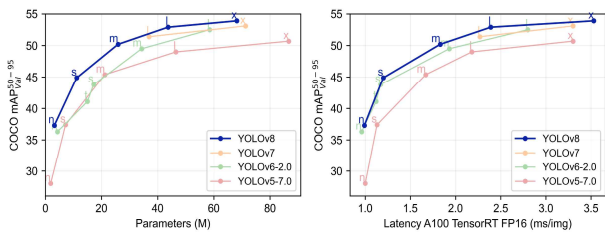


그림 4. YOLOv8 성능
Fig. 4. YOLOv8 performance

2-4 통합관리 시스템

최근 제조업 및 물류 산업에서는 효율적인 관리와 운영을 위해 통합 관리 시스템이 도입되고 있다. 이러한 시스템은 지게차의 위치 추적, 작업 배치, 유지 보수 스케줄링 등 다양한 기능을 포함하여 운영 효율성을 극대화하고 비용을 절감하는데 큰 도움이 된다[8]. 주요 기능으로는 GPS와 같은 기술을 통해 실시간으로 지게차의 위치를 추적하고 모니터링하는 것이 있다. 이를 통해 작업 환경에서 지게차의 위치를 정확하게 파악하고, 필요한 작업에 신속하게 배치할 수 있다. 실제 현장에서 이러한 시스템을 도입한 사례로는 대규모 물류 창고에서 지게차의 효율적인 운영을 통해 작업 효율성을 크게 향상시킨 사례가 있다. 또한, 제조업체들은 이러한 시스템을 통해 생산 라인의 물류 흐름을 최적화하여 생산성을 높이고 있다[9].

III. 자동운반 로봇 및 물체 적재전략

자동 운반 로봇은 창고 내에서 물건을 인식하고 빈 공간에 적재하는 것을 목표로 제작될 예정이다. 이를 위해 객체 탐지 기술과 로봇의 주행 방식을 선정하여 개발할 계획이다. 또한 통합 관리 시스템을 통해 자동화를 실현하고자 한다. 로봇은

카메라 센서를 이용해 객체를 탐지하고, 이를 위해 YOLOv8 모델을 활용하여 효율적으로 객체를 인식하도록 할 것이다. 이를 통해 로봇은 물체를 정확하게 탐지하고 적재할 수 있다. 모든 데이터는 통합 관리 시스템을 통해 관리되며, 직관적인 관리와 빠른 작업이 가능하도록 설계할 것이다. 이 시스템을 통해 자동 운반 로봇은 물류 창고에서 효율적으로 물건을 처리하고 적재할 수 있으며, 이는 작업 효율성을 높이고 운영 비용을 절감하는 데 기여할 것이다. 통합 관리 시스템은 작업 배치, 유지 보수 스케줄링 등의 기능을 포함하여 로봇의 운영을 최적화할 것이다.

3-1 자동운반 로봇

본 논문에서 개발한 자동 운반 로봇은 지게차 형태로 설계되었으며 그림 5와 같이 제작되었다. 이를 통해 창고 내에서 물체를 효과적으로 운반하고 적재할 수 있도록 하였다. 로봇의 하드웨어는 아래 표 1과 같다. 제어 시스템으로 라즈베리파이 4를 사용하여 객체 탐지와 주행 제어를 수행하며, 아두이노를 이용해 카메라와 모터를 제어한다. 바퀴는 메카넘 휠을 사용하여 모든 방향으로 자유롭게 이동할 수 있도록 설계되어 좁은 공간에서도 유연하게 움직일 수 있다. 또한 미니카메라를 통해 객체 탐지와 적재 위치를 판단할 수 있다.

표 1. 지게차 로봇 부품

Table 1. Forklift robot components

Component	Description
Raspberry Pi 4	Central control unit for processing and computation task
Arduino	Microcontroller used for sensor and motor control
Mecanum Wheels	Omni-directional wheels allowing movement in any direction
Mini Camera	Used for object detection and recognition with YOLOv8
Motor Drivers	Control the motors for wheel movement
DC Motors	Provide the necessary movement for the robot
Battery Pack	Power supply for the entire system
Wiring and Connectors	Electrical components for connecting all parts



그림 5. 자동운반 지게차 로봇
Fig. 5. Automated forklift robot

3-2 팔레트 인식

자동 운반 로봇이 원활한 적재 활동을 하기 위해서는 팔레트를 정확하게 인식하는 과정이 필요하다. 이를 위해 YOLOv8 모델을 사용하였다. YOLOv8은 실시간 객체 탐지에 뛰어난 성능을 보이는 최신 모델로, 다양한 크기의 객체를 효과적으로 인식할 수 있다. 모델의 학습을 위해 Roboflow에서 제공하는 팔레트 데이터 셋을 이용하였다. 학습은 구글 코랩 환경에서 진행되었으며, 100회와 200회 학습의 차이를 알아보기 위해 학습 파라미터는 표 2와 같이 설정하였다. 표 3과 4에 나타난 학습 결과에 따르면, 100회 학습했을 때의 정밀도와 재현율이 평균 97%로 나타났으며, mAP@0.5는 0.95로 다양한 상황에서도 높은 정확도를 유지하였다. 200회 학습했을 때의 정밀도는 98% 소폭 상승하였으나 재현율은 93%로 약간 감소하였다. 반면, mp@0.5는 0.96으로 향상되었으며, 다양한 상황에서도 안정적인 성능을 유지했다. 또한, mp@0.5-0.95의 경우에도 0.90 이상을 기록하며, 다양한 IoU 임곗값에서도 높은 정확도를 보였다. 비록 200회 학습한 모델이 더 나은 탐지 결과를 제공했지만, 라즈베리 파이의 하드웨어 제약으로 인해 연산 리소스와 처리 시간을 고려하여 100회 학습한 모델을 활용하고자 한다. 100회 학습한 모델은 상대적으로 가벼운 모델로, 라즈베리 파이에서 원활하게 동작하며 여전히 높은 수준의 정확도를 유지할 수 있었다.

표 2. 학습 파라미터

Table 2. Learning parameters

Hyperparameter	Value
Model	YOLOv8
epochs	100 , 200
patience	30
batch	32
imgsz	416

표 3. YOLOv8 100 epochs결과

Table 3. YOLOv8 100 epochs results

Class	Instances	Box(p)	R	mAP50	mAP50-95
all	417	0.978	0.968	0.935	0.902
front	238	0.971	0.976	0.941	0.901
pallet	166	0.987	0.991	0.951	0.951

표 4. YOLOv8 200 epochs결과

Table 4. YOLOv8 200 epochs results

Class	Instances	Box(p)	R	mAP50	mAP50-95
all	417	0.983	0.928	0.959	0.903
front	238	0.967	0.929	0.963	0.874
pallet	166	0.987	0.934	0.981	0.940

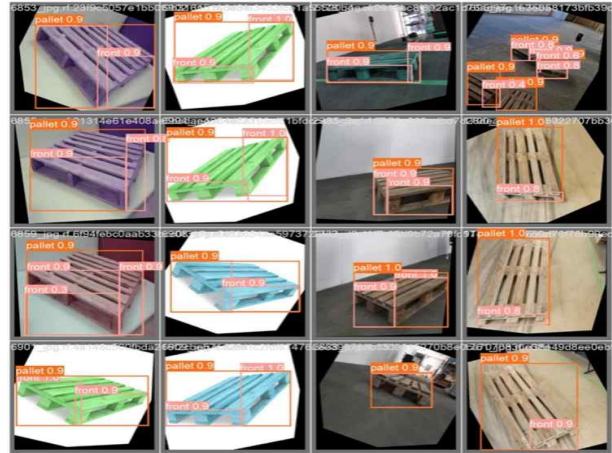


그림 6. 팔레트 객체 인식 바운딩박스

Fig. 6. Pallet object recognition bounding box

3-3 팔레트 거리 측정

팔레트 거리 측정을 통해 자동 운반 로봇의 행동을 제어하며, 단일 카메라와 YOLO 객체 인식 모델을 활용하여 이를 수행한다. 먼저, 이전에 학습한 YOLO 모델을 사용하여 물체를 인식한다. 캘리브레이션을 위해 실제 물체의 너비와 물체와 카메라 간 거리를 설정한 후, 이미지상에서 물체의 너비를 측정한다. 이를 통해 초점 거리를 계산하고 캘리브레이션 값을 얻는다. 이후, 물체의 픽셀 너비를 기반으로 거리를 계산하는 함수를 정의한다. 카메라로부터 실시간으로 프레임을 캡처하고, YOLO 모델을 사용하여 객체를 인식한다. 인식된 객체의 바운딩 박스를 이용해 물체의 픽셀 너비를 측정하면, 이를 통해 거리를 계산한다. 이 과정을 통해 자동 운반 로봇은 팔레트의 정확한 거리를 아래 그림 7과 같이 인식하고 필요한 작업을 수행할 수 있다.



그림 7. 팔레트 거리 측정 시연

Fig. 7. Demonstration of pallet distance measurement

3-4 빈공간 인식 및 적재

빈 공간으로의 적재를 위해 빈 공간을 인식하는 과정을 거친다. 빈 공간과 적재된 공간을 구분하고, 데이터 증강 기법을

활용해 데이터 셋을 확장한다. 그림 8과 같이 빈 공간과 적재된 공간을 나누어 데이터를 저장하였다. 이후, 데이터를 좌우 반전, 이미지 기울이기, 노이즈 추가 등을 통해 그림 9와 같이 증강하였다. 이후, 팔레트 인식 시와 동일하게 YOLO 모델을 사용하여 빈 공간과 적재된 공간을 인식하고 이를 통해 적재를 진행한다. 이를 통해 자동 운반 로봇은 창고 내 빈 공간을 정확히 탐지하고 효율적으로 물체를 적재할 수 있으며, 다양한 환경에서도 높은 인식 성능을 유지하여 작업 효율성과 정확성을 향상시킬 수 있다.



그림 8. 빈 공간과 적재된 공간
Fig. 8. Empty space and loaded space

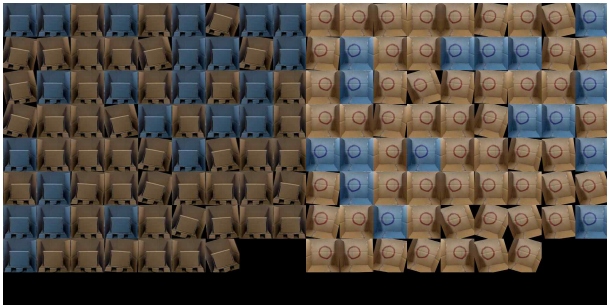


그림 9. 데이터 증강
Fig. 9. Data augmentation

3-5 적재 알고리즘

적재 과정은 다음과 같이 진행된다. 우선, 팔레트 위의 물건에 부착된 QR코드를 인식하고, 팔레트의 거리 측정을 통해 물체의 위치와 거리를 파악한다. 이를 바탕으로 지게차를 이동시키고 크레인을 올려 물건을 들어 올린다. 이후 A라는 빈 공간이 있는 적재 위치로 이동하여 빈 공간과 적재된 공간을 스캔하며, 해당 위치가 빈 공간이 아니면 메카넘 휠을 사용해 인접한 공간을 탐색한다. 빈 공간이 발견되면, 거리 측정을 통해 그 위치까지 이동한 후 크레인을 내려 물건을 적재한다. 적재 후에는 지게차를 원래 위치로 복귀시킨다. 이 알고리즘은 물류 효율성을 높이고 자동화된 적재 과정을 통해 작업 속도를 향상시켜 창고 관리의 체계성과 효율성을 개선하며 인력 부족 문제를 해결하는 데 기여할 수 있을 것이다. 자동 운반 및 적재 과정은 그림 10과 같이 이루어진다.

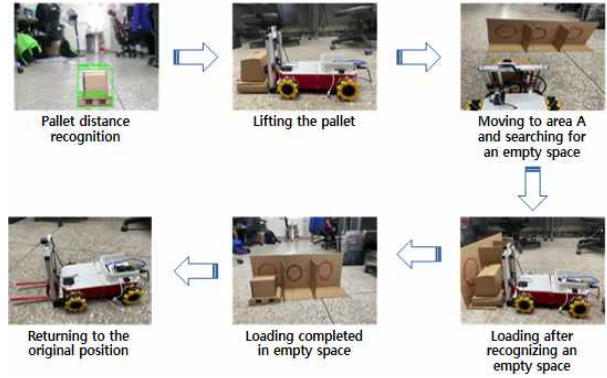


그림 10. 자동 운반 및 적재 프로세스
Fig. 10. Automatic transport and loading process

IV. 통합 관리 시스템

통합 관리 시스템은 지게차에 명령을 내리고 적재된 물건들의 위치 정보를 시각적으로 확인할 수 있는 도구이다. 이 프로그램은 Tkinter를 사용하여 라즈베리 파이에서 운영되며, 지게차 적재 명령, 물품 현황 조회, 물품 위치 이동 기능을 제공한다. 운영자는 이 프로그램을 통해 지게차의 적재 명령을 내리고, 창고 내 물품의 위치와 상태를 실시간으로 확인하며, 물품의 위치를 쉽게 이동시킬 수 있다. 이로 인해 창고 관리의 효율성을 크게 향상시킬 수 있으며, 전체 물류 시스템의 운영을 최적화하고 작업 속도와 정확성을 높일 수 있다.

4-1 통합 관리 프로그램 기능

지게차 적재 명령 기능은 사용자가 프로그램을 통해 지게차에게 특정 물품을 적재하도록 지시할 수 있게 한다. 사용자는 텍스트 상자에 적재할 물품 정보를 입력하고 확인 버튼을 클릭하여 명령을 수행한다. 물품 현황 조회 기능은 현재 적재된 물품들의 위치, 이름, 적재 날짜 등을 표 형식으로 보여주며, 사용자는 이를 통해 물품의 상태와 위치를 신속하게 파악할 수 있다. 물품 위치 이동 기능은 사용자가 특정 물품을 새로운 위치로 이동시키는 명령을 내릴 수 있으며, 이동 대상 물품과 이동할 위치를 입력한 후 이동 버튼을 클릭하면 명령이 실행된다. 프로그램의 인터페이스는 간단하고 직관적으로 설계되어 있으며, 그림 11-13과 같이 개발되었다. Tkinter를 사용하여 라즈베리 파이 환경에서 최적화되어 동작하고, 이 시스템을 통해 창고 관리의 효율성을 높이고 작업 속도와 정확성을 향상시키는 데 크게 기여할 것이다.

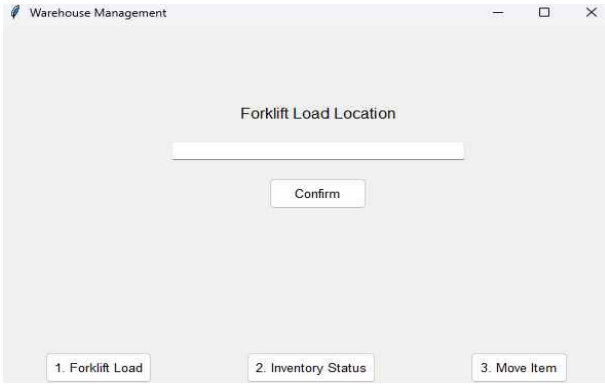


그림 11. 지게차 적재 화면
 Fig. 11. Forklift loading screen

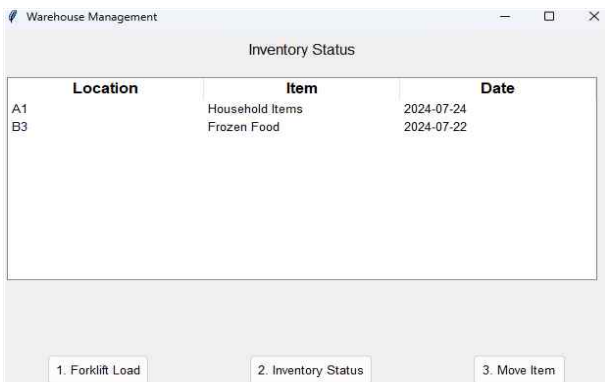


그림 12. 물품 현황 조회
 Fig. 12. Item status inquiry

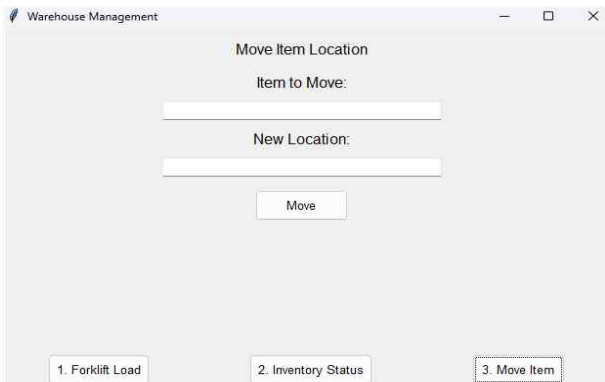


그림 13. 물품 위치 이동 화면
 Fig. 13. Move object position screen

V. 결 론

본 논문에서는 자동 운반 로봇과 이를 지원하는 통합 관리 시스템을 구현하고자 한다. 자동 운반 로봇은 인구 감소와 고령화로 인한 노동력 부족 문제를 해결하기 위한 중요한 기술로 부각되고 있으며, 본 연구에서는 이러한 로봇의 설계와 구현 방법을 제시하였다. 지게차 형태의 자동 운반 로봇은 라즈

베리 파이 4와 이두이노를 이용한 제어 시스템을 통해 물체 인식 및 적재를 효율적으로 수행할 수 있도록 설계되었다. 특히, YOLOv8 객체 탐지 모델을 활용하여 높은 정확도로 물체를 인식하고, 이를 기반으로 팔레트와 빈 공간을 탐지하여 자동으로 적재할 수 있었다. 또한, 통합 관리 프로그램은 지게차의 적재 명령, 물품 현황 조회, 물품 위치 이동 등의 기능을 제공함으로써 물류 창고 및 제조 공장에서의 운영 효율성을 크게 향상시킬 수 있을 것이다. 이 프로그램은 Tkinter를 이용하여 라즈베리 파이 환경에서 최적화되어 동작하며, 사용자 친화적인 인터페이스를 통해 쉽게 사용할 수 있도록 설계되었다. 본 논문을 통해 자동 운반 로봇과 통합 관리 프로그램은 물류 및 제조 공장에서의 시간과 비용을 절감하고, 작업 효율을 극대화하는 데 기여할 수 있을 것으로 기대된다. 또한, 이러한 기술은 앞으로 다양한 산업 분야로 확장되어 적용될 수 있을 것이며, 인공지능과 로봇 공학의 발전에 따라 더욱 정교하고 효율적인 시스템으로 발전할 가능성이 높다. 결론적으로, 자동 운반 로봇과 통합 관리 프로그램은 미래의 스마트 공장에서 핵심적인 역할을 수행할 것이며, 노동력 부족 문제를 해결하는 동시에 생산성을 향상시키는 데 주요한 기여를 할 것이다. 앞으로도 지속적인 연구와 개발을 통해 이러한 기술의 실용성과 효율성을 더욱 높여 나가야 할 것이다.

감사의 글

본 연구는 과학기술정보통신부 및 정보통신기획평가원의 지역지능화혁신인재양성사업의 연구결과로 수행되었음(IITP-2024-RS-2022-00156287).

참고문헌

- [1] T.-S. Kim, S.-H. Kim, K.-H. Kim, Y.-T. Oh, J.-H. Lee, W.-B. Jo, and K.-H. Kim, "Logistics Sorting System Using Autonomous Driving Robot," in *Proceedings of the Korean Society of Computer Information Conference*, Jeju, pp. 491-492, July 2021.
- [2] KBS News. "Production Population Expected to Decrease by 35% in 2050... GDP Drops by 28%" [Internet]. Available: <https://news.kbs.co.kr/news/pc/view/view.do?ncd=7678497>.
- [3] T. Park and M.-S. Yoon, "A Research to Realize a Smart Logistics Warehouse System Using 5G-based Logistics Automation Robot," in *Proceedings of the Korean Institute of Information and Communication Sciences Annual Conference*, Busan, pp. 532-534, 2022.
- [4] D. H. Kim, J. Choi, S. T. Lee, and H. C. Park, AMR Overweight: Why Invest in Logistics Robots Now?, Hana

Securities, Seoul, pp. 2-6, May 2023.

- [5] D.-H. NamGung and D.-H. Kim, "Proposal of New Labeling Method for Detection Improvement of Two-People Riding on E-Scooter in YOLOv8n," *Journal of Digital Contents Society*, Vol. 24, No. 7, pp. 1575-1581, July 2023. <https://doi.org/10.9728/dcs.2023.24.7.1575>
- [6] D. Reis, J. Hong, J. Kupec, and A. Daoudi, "Real-Time Flying Object Detection with YOLOv8," arXiv:2305.09972, May 2023. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2305.09972>
- [7] H.-J. Kang, "A Study on Analysis of Intelligent Video Surveillance Systems for Societal Security," *Journal of Digital Contents Society*, Vol. 17, No. 4, pp. 273-278, August 2016. <https://doi.org/10.9728/dcs.2016.17.4.273>
- [8] S. K. Cha, J. Y. Yoon, J. K. Hong, H. G. Kang, and H. C. Cho, "The System Architecture and Standardization of Production IT Convergence for Smart Factory," *Journal of the Korean Society for Precision Engineering*, Vol. 32, No. 1, pp. 17-24, January 2015. <https://doi.org/10.7736/KSPE.2015.32.1.17>
- [9] M. H. Lee, C. S. Shin, Y. Y. Jo, and H. Yeo, "Integrated Greenhouse Environment Management System in Ubiquitous Agriculture," *Communications of the Korean Institute of Information Scientists and Engineers*, Vol. 27, No. 6, pp. 21-26, June 2009.

최광미(Gwang-Mi Choi)



1990년 : 조선대학교 전자계산학과
이학학사
1995년 : 조선대학교 전산통계학과
이학석사
2003년 : 조선대학교 전산통계학과
이학박사

2018년~2021년: 조선대학교 SW중심대학 초빙교수
2021년~현 재: 호남대학교 컴퓨터공학과 조교수
※관심분야 : 스마트팩토리 자동화 시스템, AI 딥러닝,
빅데이터 고도화 처리

유광민(Gwang-Min Yu)



2019년~현 재: 호남대학교 소프트웨어학과 학사과정
※관심분야 : 백엔드, 웹 프로그래밍, 인공지능

김남호(Nam-Ho Kim)



1997년 : 포항공과대학교
정보통신학과
2013년 : 전남대학교 전산통계
이학박사

1991년~1997년: 포스코 ICT(주) 연구원
1998년~현 재: 호남대학교 컴퓨터공학과 부교수
※관심분야 : 사물인터넷, 인공지능, 응용 SW