

딥러닝을 활용한 공병 자동 환급 시스템

김도균*, 김창근^o, 전주성*, 신성한*, 정영석(교신저자)*

*경운대학교 소프트웨어학부,

^o경운대학교 소프트웨어학부

e-mail: {bogyun0420*, rms1359^o}@gmail.com, {aksu2468, tlstjdgks12}@naver.com*, ysjung@ikw.ac.kr*

Automatic empty-bottles refund system using deep learning

Do-Kyun Kim*, Chang-Geun Kim^o, Ju-Sung Jeon*, Sung-Han Shin*, Young-Seok Jung(Corresponding Author)*

*School of Software Engineering, Kyungwoon University,

^oSchool of Software Engineering, Kyungwoon University

● 요약 ●

본 연구에서는 현대 사회의 환경 보호 관심 상승과 소비자들의 재활용 참여 욕구를 고려하여 YOLOv5를 활용한 무인 공병 환급기를 개발하였다. 이 시스템은 정확한 물체 감지와 금액 추정 알고리즘을 결합하여 사용자가 간편하게 공병을 반환하고 적절한 보상을 받을 수 있는 효과적인 시스템을 제공한다. 프로젝트의 성공은 재활용 참여율 증가와 지속 가능한 소비 문화 형성에 기여할 것으로 기대된다.

키워드: 객체 인식(object recognition), 무인공병환급기(unmanned empty-bottle refund machine), 딥러닝(deep learning)

I. Introduction

현대 사회에서 환경 보호에 관한 관심이 높아지면서 소비자들은 더 많은 재활용 참여를 원하고 있다. Fig.1과 같이 관련 시장 또한 성장 중이다[1]. 하지만 일반 가정집에서는 공병을 따로 반환하지 않거나 주로 매장에서 공병을 회수하지만 거부당하는 경우도 적지 않게 존재한다. 이에 우리는 YOLOv5를 이용하여 다양한 공병을 정확하게 감지하고, 공병의 크기를 기반으로 반환금을 적정하게 추정하는 무인 공병 환급기를 개발하려고 한다.

소비 문화를 유도함으로써 환경 보호에 기여할 것으로 기대한다. 프로젝트의 성공은 지역사회에서의 긍정적인 영향을 만들어내고, 지속 가능한 미래를 향한 한 발짝을 나아가는 데 일조할 것이다.

II. Preliminaries

현대 사회에서는 환경 보호에 대한 관심이 증가하면서 재활용에 대한 요구가 증대되고 있다. 소비자들은 더욱 높은 재활용 참여를 원하고 있으며, 이로 인해 관련 시장도 성장하고 있다. 그러나 가정에서의 공병 반환 어려움과 매장에서 회수 거부 등으로 인해 아직까지 이러한 환경 의식이 효과적으로 실현되지 못하고 있다.

본 연구는 YOLOv5를 활용하여 다양한 공병을 정확하게 감지하고, 공병의 크기를 고려한 반환금을 효과적으로 추정하는 무인 공병 환급기를 개발하고자 한다. 이를 통해 사용자들은 편리하게 재활용에 참여할 수 있으며, 적절한 보상을 받을 수 있게 하였다.



Fig. 1. Level of interest in environmental issues

본 연구는 물체 감지와 금액 추정 알고리즘을 결합하여 사용자들이 간편하게 공병을 반환하고 적절한 보상을 받을 수 있는 시스템을 제공한다. 이를 통해 우리는 재활용 참여율을 높이고, 지속 가능한

III. Design and Development

1. System architecture

본 연구의 시스템 아키텍처는 Raspberry Pi 4와 YOLOv5를 중심으로 개발되었다. 무인 공병 환급기의 하드웨어 개발은 Raspberry Pi 4를 활용하여 안정적인 운영체제인 Raspbian을 구동하고, 8GB의 RAM을 통해 충분한 성능을 제공하였습니다. 이를 통해 사용자는 터치 스크린 또는 버튼을 통한 상호작용을 편리하게 수행할 수 있다.

객체 인식 및 반환금 추정 알고리즘은 YOLOv5를 활용하여 개발되었다. Python과 PyTorch를 통해 YOLOv5의 커스텀 모델을 효과적으로 학습하였으며, 최적화된 학습 파라미터와 데이터 증강을 통해 약 0.995의 객체 인식 정확도를 달성하였다.

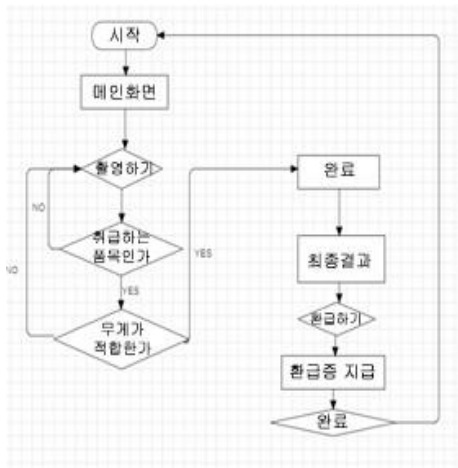


Fig. 2. System Architecture

Fig.2와 같은 환경에서 시스템은 사용자의 촬영 명령을 받아 카메라를 활성화하고, YOLOv5를 통해 공병을 정확하게 감지하며 반환금을 추정한다. 이후 무인 공병 환급기는 사용자에게 최종 반환금을 표시하고, 재활용 참여 과정을 효과적으로 완료한다.

2. Object recognition

본 연구에서 사용된 객체 인식 기술은 YOLOv5이다. 이는 실시간 물체 감지에 특화된 딥러닝 알고리즘으로, 한 번의 forward pass로 이미지 전체를 한꺼번에 분석하여 물체를 감지한다. 이러한 특성으로 YOLOv5는 높은 속도와 정확도를 동시에 제공하여 실제 사나리오에서의 물체 감지에 적합하다.

YOLOv5를 이용한 물체 인식은 약 11,600장의 학습 데이터를 사용하여 진행되었다. 학습을 통해 모델은 Fig.3과 같이 높은 정확도인 0.995를 달성하였으며, 이는 다양한 환경에서의 객체 인식 능력을 반영하였다. 특히, 라즈베리파이에서의 검출 속도는 2초 이내로 일정하게 유지되었다. 이를 위해 백색 암실을 제작하여 카메라를 90°에 배치하여 정확하고 안정적인 결과를 얻기 위한 실험을 진행하였다.

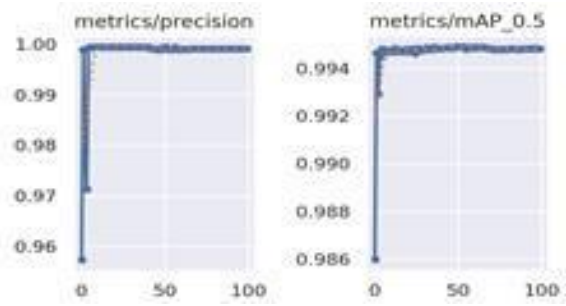


Fig. 3. Learning outcomes

3. Hardware Configuration

무인 공병 환급기의 하드웨어 구성은 일정하고 정확한 결과를 도출하기 위해 특별한 노력이 가해졌다. 전용 암실은 최대 4병까지 수용할 수 있으며, 이를 통해 실험 환경에서 일관된 조건을 제공한다. 암실은 30도의 기울기로 설계되어 있어 병이 아래쪽으로 쉽게 미끄러지게 되어 항상 일정한 위치에 머무를 수 있도록 고안되었다.



Fig. 4. Hardware

Fig.4와 같이 전용 암실은 YOLOv5 모델이 물체를 정확하게 감지하고 추적하는 데 필수적인 환경을 조성하는 데 사용되었다. 이로써 물체의 크기, 위치, 각도 등이 일관되게 유지되어 정확한 물체 인식을 가능케 했다.

IV. Conclusions

본 연구에서는 YOLOv5를 기반으로 한 무인 공병 환급기를 개발하여 환경 보호 및 재활용 참여율 증대를 목표로 하였다. 객체 인식 정확도는 약 0.995로 나타났다. 또한, 라즈베리파이에서의 물체 검출 속도는 2초 이내로 일정하게 유지되어 효과적인 운용이 가능함을 입증하였다. 이러한 결과를 토대로 본 프로젝트는 지역사회에서의 재활용 참여율 증가와 지속 가능한 소비 문화 형성에 기여할 것으로 기대된다.

REFERENCES

[1] 한국환경정책평가연구원, 그래픽 최진모 기자|그린포스트코리아