CNN 전이학습을 적용한 RVM 종이팩 검사 기능 개발

Young-Min Cha*, Ji-Won Kang*, Dong-Won Lim*†

*Department of Mechanical Engineering, University of Suwon
†Corresponding author email: dwlim@suwon.ac.kr

Abstract

To protect the environment, the material recycling of domestic waste is necessary. One of precious resources from households is liquid cartons that are made of high-quality paper that can be reused for various products, including facial tissues, packaging boxes, and so forth. To promote recycling, this paper proposes the classification model based on Convolutional Neural Networks via Transfer Learning (CNN-TL) for collecting liquid packaging cartons in the Reverse Vending Machine (RVM). The RVM is an unmanned automatic waste collector, and so it needs the intelligence to inspect the inserted items. The Kaggle's public database was processed into the pre-trained DenseNet121 model and the proposed model was verified whether it can distinguish a liquid carton from other types of waste. The results show that the accuracy of detection was over 90%, and the testing time was less than 2 seconds by vision data of liquid cartons.

서론

- 국내에서는 RVM(Reverse Vending Machine)을 이용하여 재활용을 독려
- 실제 상용화된 RVM에서 바코드를 통한 종이팩 인식의 한계 존재
- 종이팩의 정확한 인식을 위한 검사 기능 개발 필요

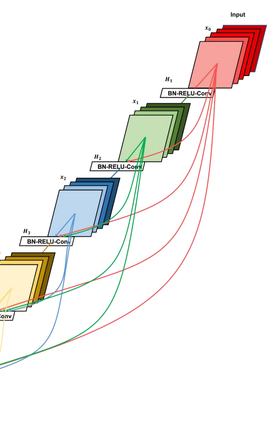
연구목표

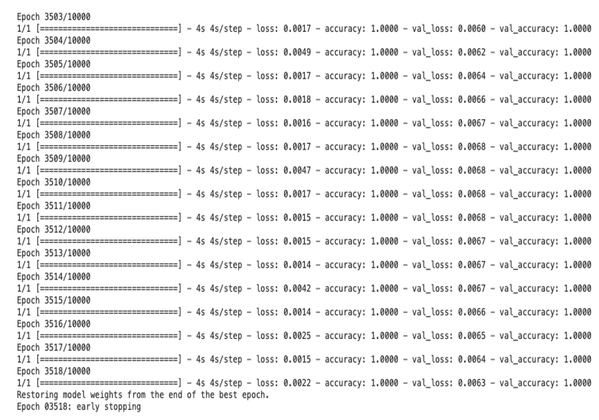
✓ **종이팩 인식의 정확도 향상을 위한 CNN 전이학습을 적용한 RVM 종이팩 검사 기능 개발**

실험과정

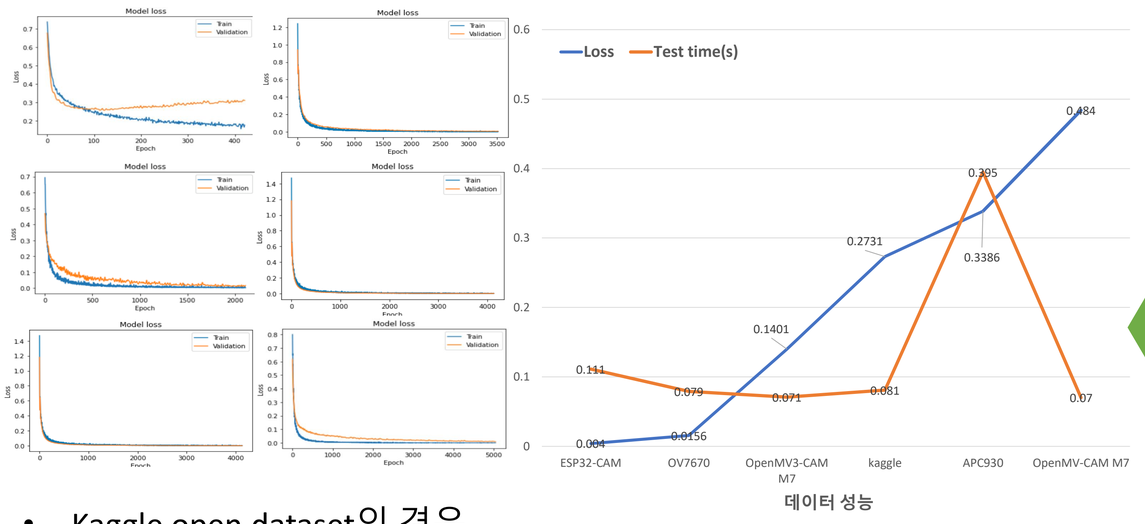
데이터구축 → **학습과정** → **물체 예측** → **실험결과**

- 학습에 필요한 데이터셋을 종이팩, 캔, 페트병, 유리병 4종류로 구축
- 데이터증진을 위한 이미지 회전, 확대, 좌우반전 수행,
  추가실험 데이터셋에는 Gray scaling도 수행

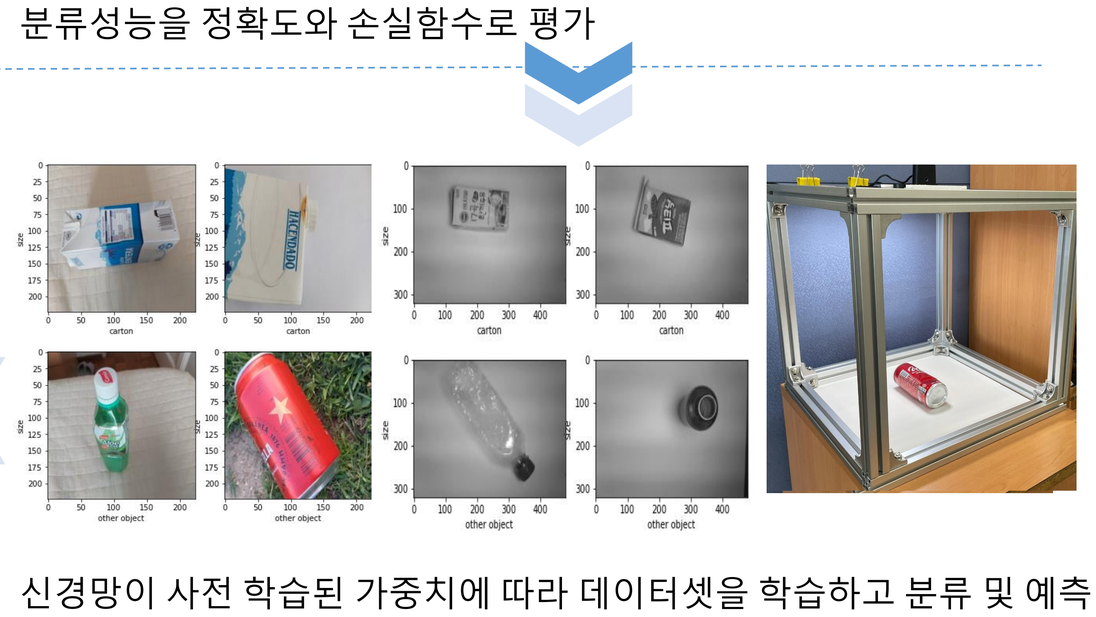




- DenseNet121신경망 전이학습 진행
- 손실함수: Binary-crossentropy, Optimizer : Adam , 활성화함수: Sigmoid함수 사용하여 신경망 설계
- 분류성능을 정확도와 손실함수로 평가



- Kaggle open dataset인 경우,
  ✓종이팩을 90%이상의 정확도와 2초 이내 인식
- 카메라 촬영 Dataset인 경우,
  ✓가장 낮은 손실: ESP32-CAM, 손실값: 0.0040
  ✓가장 빠른 Test time: OpenMV3 CAM M7, 측정속도: 70ms



- 신경망이 사전 학습된 가중치에 따라 데이터셋을 학습하고 분류 및 예측
- 추가적으로 실제 RVM환경과 흡사한 환경을 조성하여 카메라 촬영 사진을 검사대상으로 하여 실험
- 각 카메라의 성능에 따른 손실함수를 비교 및 성능평가

결론

- 종이팩 재활용을 위한 RVM에 적용 될 컴퓨터 비전 기반 검사 기능 방법 제안
- 실험결과를 통해 CNN 전이학습을 적용한 RVM 종이팩 검사 기능 개발의 실효성을 검증
- 추가적인 카메라 실험을 통해 저가 카메라의 종이팩 인식 성능을 확인함으로써 RVM 종이팩 검사 기능 적용 가능성을 실험적으로 검증
- 향후 종이팩의 청결도와 품질 판별 검사 기능을 추가

참고문헌

[1] P. Jeong and Y. Cho, "A Bottle Recycling Information Management System for the Promotion of Saving and Recycling of Resources Due," *Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering*, vol. 20, no. 11, pp. 2155–2161, Nov. 2016.

[2] K.-M. Park, "Machine Classification in Ship Engine Rooms Using Transfer Learning," *Journal of the Korean Society of Marine Environment & Safety*, vol. 27, no. 2, pp. 363-368. 2021.

Acknowledgement

본 논문은 중소벤처기업부의 2021년도 생활혁신형개발사업에서 지원하여 연구하였습니다.