

Super Resolution을 통한 건설현장 CCTV 고해상도 복원 및 Object Detection 성능 향상

Restoring CCTV Data and Improving Object Detection Performance in Construction Sites by Super Resolution Based on Deep Learning

김국빈¹ · 서효정¹ · 김하림² · 유위성³ · 조훈희^{4*}

Kim, Kug-Bin¹ · Suh, Hyo-Jeong¹ · Kim, Ha-Rim² · Yoo, Wi-Sung³ · Cho, Hun-Hee^{4*}

Abstract : As technology improves with the 4th industrial revolution, smart construction is becoming a key part of safety management in the architecture and civil engineering. By using object detection technology with CCTV data, construction sites can be managed efficiently. In this study, super resolution technology based on deep learning is proposed to improve the accuracy of object detection in construction sites. As the resolution of a train set data and test set data get higher, the accuracy of object detection model gets better. Therefore, according to the scale of construction sites, different object detection models can be considered.

키워드 : 객체 인식, 안전 관리, 건설 현장, 딥 러닝, Super Resolution

Keywords : object detection, safety management, construction site, deep learning, super resolution

1. 서론

1.1 연구의 목적

건설 산업은 전통적으로 재해율이 높은 업종으로 2021년 건설업에서 발생한 재해자의 수는 전체 산업재해자의 26.3% 사망자수는 전체 산업 사망자의 50.4%에 달한다[1]. 국토교부는 건설현장의 산업재해를 예방하고 건설현장에 산재한 안전관리 요소를 실시간으로 모니터링하기 위해 16층 이상 공동주택 공사의 CCTV(Closed-circuit Television) 설치를 의무화하도록 하는 방안을 제시하였으며 [2], 이에 따라 건설현장 안전관리를 위한 CCTV의 보급이 빠르게 확산되고 있다. 하지만 기존 CCTV를 통한 건설현장 안전관리체계는 안전관리자가 여러대의 CCTV를 통해 수집된 건설현장의 영상정보를 육안으로 감시하고 위험요소를 판별해내므로 관리자의 피로도가 높으며 안전관리 요소를 판별하지 못하게 되는 불확실성이 높아지게 된다[3]. 이에 대한 대책으로 최근에는 객체인식(Object detection) 기술을 활용하여 CCTV를 통해 수집된 영상정보를 자동으로 분석하고 모니터링함으로써 안전관리의 생산성과 신뢰도를 향상시키기 위한 연구가 수행되고 있다[3]. 하지만 CCTV를 통해 수집된 영상의 화질이 낮거나 객체와 CCTV 사이의 거리가 지나치게 멀어 안전관리 대상의 크기가 너무 작게 나타나는 경우 객체의 식별 정확도가 떨어지는 현상이 발생한다. 이에 수집된 영상 데이터의 분석 정확도를 향상시키기 위해 저화질의 영상을 복원할 경우 수집된 영상 정보 분석 정확도를 향상시킬 수 있다.

따라서 본 연구에서는 저화질 데이터를 Super Resolution 기술을 활용하여 저화질의 영상 데이터를 고화질로 복원함으로써, 객체 인식 기술 적용 시 저화질 데이터의 활용도와 정확성을 향상시킬 수 있는 방안을 제시하고자 한다.

2. 연구 방법 및 결과

2.1 연구 방법론

본 연구에서는 건설현장에서 수집된 저해상도 영상 데이터와 Super Resolution을 활용해 복원된 영상 데이터를 활용하여 객체인식 기술에 적용할 경우 객체인식 정확도의 차이를 비교하였다. Case 1에서는 저해상도 데이터를 활용하여 객체인식 모델을 학습과 검증을 수행하였으며, Case 2의 경우 저해상도 데이터를 Super Resolution을 통해 복원시킨 고해상도 데이터를 기반으로 객체인식 모델을 학습시키고 저해상도 데이터를 통해 검증을 수행하였다. 마지막으로 Case 3에서는 Super Resolution을 통해 복원한 데이터를 기반으

1) 고려대학교 건축사회환경공학부, 학사과정

2) 고려대학교 건축사회환경공학부, 박사과정

3) 한국건설산업연구원, 연구위원

4) 고려대학교, 교수, 교신저자(hhcho@korea.ac.kr)

로 객체인식 모델의 학습과 검증을 모두 수행하였다. 영상 복원을 위해 Deep Learning 기반의 Super Resolution 기법으로 SR3 모델을 활용하였으며, 객체 인식 모델로는 YOLOv4를 활용하였다. 실험 수행을 위한 학습 데이터세트는 Roboflow의 “Excavators Dataset”을 활용하였으며, 총 2,655장의 데이터를 2,244장의 train set, 267장의 validation set, 144장의 test set으로 분할하여 모델 구축 및 검증에 활용하였다. 마지막으로, 실험 결과 비교를 위해 객체 인식 모델의 성능평가를 위해서 정밀도(Precision), 재현률(Recall) 그리고 모델의 성과 평가에 가장 대표적으로 활용되는 mAP 지표를 비교함으로써 영상 기반의 객체 인식 모델 간 정확도 차이를 검증하였다.

2.2 실험 결과 분석

저해상도 영상 데이터 및 Super Resolution을 통해 복원된 영상 데이터를 활용하여 구축된 객체인식 모델 간의 객체인식 정확도의 차이는 아래 표 1과 같다.

실험 결과 저해상도 데이터를 활용하여 객체 인식 모델을 구축하고 검증한 Case 1과 고해상도 복원 데이터를 활용하여 모델을 구축하고 검증한 Case 3는 서로 유사한 정도의 정밀도와 재현률, mAP 값을 보이거나 고해상도 복원 데이터를 활용한 모델이 모든 지표에서 근소하게 앞서는 것을 확인할 수 있었다. 반면 고해상도 복원 데이터를 활용하여 모델을 학습시키고, 저해상도 데이터를 통해 검증을 수행한 Case 2의 경우 모든 지표가 Case 1과 2에 비해 현저히 떨어지는 것을 확인할 수 있었다.

실험 결과는 고해상도 영상 데이터를 활용하여 학습시킨 모델의 경우 저해상도 영상 데이터의 객체 인식 정확도가 낮다는 것을 보여주며, Super Resolution을 활용하여 저해상도 영상 데이터를 고해상도 영상 데이터로 복원할 경우 객체 인식 정확도가 향상할 수 있다는 것을 보여준다.

표 1. 거푸집 관련 주요 연구

구분	Train Data	Test Data	Precision	Recall	mAP
Case 1	Low Resolution	Low Resolution	0.307	0.834	0.326
Case 2	Super Resolution	Low Resolution	0.302	0.647	0.288
Case 3	Super Resolution	Super Resolution	0.309	0.843	0.343

3. 결론

본 연구에서는 저해상도 영상 데이터를 고해상도 영상 데이터로 복원하는 Super Resolution 기법을 활용하여 객체 인식 모델의 정확도를 향상시킬 수 있는 방안을 제시하였다. 실험 결과는 고해상도 복원 영상 데이터를 활용할 경우 영상 데이터의 객체 인식률이 향상될 수 있음을 보여주었다. 또한, 기존 고해상도의 양질의 학습데이터를 통해 구축된 객체 인식 모델이 실제 현장에 적용될 수 있을 경우 정확도가 낮을 수 있음을 보여주며, 고해상도 영상 복원을 통해 객체인식 정확도를 향상할 수 있음을 보여준다. 본 연구의 결과는 기존 안전 모니터링에 활용되는 CCTV를 통해 수집된 저화질 현장 영상 데이터의 활용도를 증진시키고 객체인식 기반의 현장 안전 모니터링의 정확도를 향상시키는데 활용될 수 있을 것이다.

감사의 글

본 논문은 국토교통부 디지털 기반 건축시공 및 안전감리 기술개발 사업의 연구비지원 (RS-2022-00143493, 과제번호: 1615012983)에 의해 수행되었습니다.

참고문헌

- 고용노동부. 2021년 산업재해현황. 2021. p. 8.
- 국토교통부. 건설안전 혁신방안. 2020. 4. 23.
- 조영운 외. 건설 현장 CCTV 영상을 이용한 작업자와 중장비 추출 및 다중 객체 추적. 한국건축시공학회지. 2021. 제21권 5호. pp. 397-408.