

드론 및 비전 프로세싱 기술을 활용한 디지털 건설현장 관리에 대한 연구

Research on Digital Construction Site Management Using Drone and Vision Processing Technology

서민조¹ · 박경규¹ · 이승빈¹ · 김시욱² · 최원준² · 김치경^{3*}

Seo, Min Jo¹ · Park, Kyung Kyu¹ · Lee, Seung Been¹ · Kim, Si Uk² · Choi, Won Jun² · Kim, Chee Kyeong^{3*}

Abstract : Construction site management involves overseeing tasks from the construction phase to the maintenance stage, and digitalization of construction sites is necessary for digital construction site management. In this study, we aim to conduct research on object recognition at construction sites using drones. Images of construction sites captured by drones are reconstructed into BIM (Building Information Modeling) models, and objects are recognized after partially rendering the models using artificial intelligence. For the photorealistic rendering of the BIM models, both traditional filtering techniques and the generative adversarial network (GAN) model were used, while the YOLO (You Only Look Once) model was employed for object recognition. This study is expected to provide insights into the research direction of digital construction site management and help assess the potential and future value of introducing artificial intelligence in the construction industry.

키워드 : 드론, 포인트 클라우드 모델, 건설 현장, 디지털화, 객체 인식

Keywords : drone, point cloud model, construction site, digitalization, object detection

1. 서론

1975년 BIM(Building Information Modeling)에 대한 개념이 정립된 이래로 BIM은 발전을 거듭해왔다. 이후 BIM을 통하여 건축물에 대한 정보의 디지털화 및 관리가 용이해졌고 설계단계에서의 오류 검토, 정확한 비용 예측, 최적 대안 선정 등 다양한 부분에 적용할 수 있게 되었다. 이에 현재 건설업계는 설계분야에서 혁신을 일으킨 BIM을 건물의 생애주기비용 중 가장 큰 비중을 차지하는 시공 단계에서의 적용을 시도하고 있으며, 특히 많은 비용과 안전사고가 발생하기 때문에 안전관리, 공정관리, 모니터링 등을 주목적으로 도입하려고 한다. 성공적인 건설현장 관리를 위해서는 현장 정보를 명확하게 파악하여 디지털화 하는 것이 중요하다. 선행 연구들을 보면 그림 1과 같이 라이다(LiDAR)와 같은 센서로 데이터를 수집하고, 센서를 직접 이동시키거나 로봇 등 장치에 부착하여 데이터 수집 과정을 자동화하려는 시도들이 진행되었다[1]. 하지만 고가의 센서와 로봇 등 장비를 사용하기에는 경제성이 떨어지고, 숙련자가 필요하기 때문에 상용화되지 못하였다. 더하여 현장 데이터는 주로 포인트 클라우드 모델(PCM) 방식으로 확보하게 되는데 여기서 현장 관리를 위해서는 인공지능 객체 인식을 진행해야 하며, 이를 위해 별도의 객체 인식 인공지능에 제공될 PCM 학습 데이터를 준비해야 하는 문제점이 있다[2]. 따라서 본 연구에서는 현실적인 건설현장 관리를 위하여 저비용에 사용성이 뛰어난 드론과 객체 인식을 목적으로 하는 후처리 과정을 접목시킨 AI 비전 프로세싱 기술을 활용하는 방법에 대해 탐구하고자 한다.

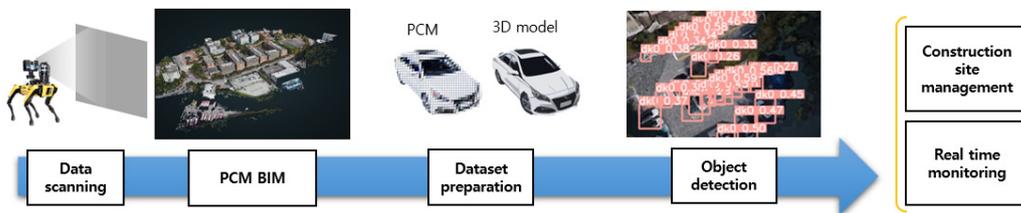


그림 1. 기존 방식의 건설현장 디지털화

1) 단국대학교, 학사과정

2) 단국대학교, 박사과정

3) 단국대학교, 교수, 교신저자(cheekim@dankook.ac.kr)

2. 드론을 이용한 BIM 생성

본 연구에서 기존 현장 BIM 생성 기술의 한계점을 극복하고자 제시하는 건설현장관리 프로세스는 그림 2에 나와 있듯이 드론으로 이미지를 수집하고, PCM 모델을 생성 후 인공지능을 통하여 모델 실사화를 진행한다. 이 프로세스에서의 핵심은 짧은 제공시간을 극복할 수 있는 드론의 최적경로 산출과 상용 비전 프로세싱 인공지능이 객체를 인식 가능하도록 생성적 적대 인공신경망(GAN)을 활용한 PCM 모델을 실사화 하는 방식이다.

우선 드론 최적경로 산출의 경우 고도, 거리, 촬영 각도를 변수로 하여금 100여개의 PCM을 생성하였으며, 생성한 모델 중 가장 데이터 누락과 오차가 적은 모델에서의 고도와 각도 정보를 최적 경로 산출에 사용하였다. 또한 실험을 통하여 데이터 간 중첩비율이 높을수록 정확한 모델이 나오는 경향을 발견하였고 중첩 비 60~85%에서 가장 적합성이 높은 PCM이 생성되었다. 이후 고도, 각도 정보와 중첩비율을 고려하여 건설현장 관리를 위한 드론 최적경로를 산출하였다.

다음으로 모델 실사화 단계는 생성된 PCM에서 객체인식을 하기 위해 진행되었다. 초기에는 상용 필터들인 blur 및 sharpen 필터들을 사용하여 PCM 내부 각 포인트들의 간극을 채운 다음 흐려진 해상도 보정을 거쳐 실사화를 시도하였고, 41-61%의 정확도를 보여주었다. 이는 실사화 전 PCM에서 객체를 바로 인식하는 것에 비해 정확도가 높았으나 여전히 실무에 사용하기에는 낮은 수준이었다. 따라서 보다 정확하게 PCM을 실사화 하기 위하여 GAN 인공지능을 도입하였다. GAN 인공지능은 생성자와 판별자로 구성되어 데이터 학습, 생성, 평가 과정을 반복하며 정확도를 향상시킨다. GAN을 통하여 생성된 실사화 모델에 객체 인식을 진행한 결과 blur-sharpen 필터 실사화 방식 보다 정확도가 일부 향상되었다. 더하여 객체 인식률을 증가시키기 위한 일환으로 객체 인식 인공지능에 드론으로 수집한 이미지들을 학습시켜 fine-tuning을 한 결과 82% 수준으로 가장 높은 수치를 보여주었다. 그러나 추후 건설현장 관리 실무에 적용을 위해서는 GAN 인공지능을 고도화하여 추가로 인식율을 확보할 필요가 있다.

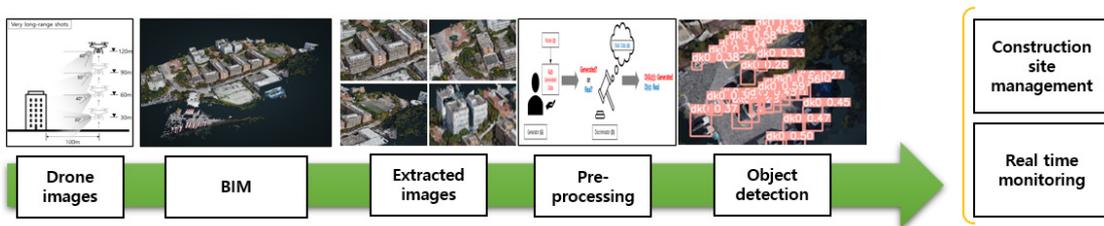


그림 2. 제안된 방식의 건설현장 디지털화

3. 결론

본 연구는 건설현장 관리에 적용 가능한 실사화된 BIM 모델과 AI 비전 프로세싱 기술 적용 방법에 대하여 탐구하였다. 특히, 저비용에 사용성이 높은 드론을 이용해 고가의 센서를 대체함으로써 데이터 수집 과정을 효율화하였다. 또한, 생성적 적대 인공신경망(GAN)의 적용을 통해 객체 인식률을 증가시켜 드론의 최적 경로 산출과 GAN 기반 객체 인식이 현장 관리의 정확성과 효율성에 긍정적인 영향을 미칠 수 있음을 입증하였다. 그러나 본 연구는 아직 초기 단계이며, 실무 적용을 위해서는 객체 인식률의 추가적인 향상이 이루어져야 한다. 이를 위해 후속 연구에서는 GAN 알고리즘의 성능 최적화와 드론의 데이터 수집 메커니즘을 더욱 세밀하게 조정할 필요성이 있다.

감사의 글

본 연구는 한국과학재단이 주관하는 대학 중점연구소지원사업(No. NRF-2018R1A6A1A07025819)과 국토교통부의 디지털 기반 건축시공 및 안전관리 기술개발사업(1615012983)의 지원을 받아 수행되었습니다.

참고문헌

1. Melenbrink. On-site autonomous construction robots: Towards unsupervised building. Elsevier. 2020. p. 119.
2. Seokjae Heo. Challenges of Data Refining Process during the Artificial Intelligence Development Projects in the Architecture, Engineering and Construction Industry. MDPI. 2021. p. 11.