

인공지능 영상인식 기반 외단열 공법 품질감리 자동화 기술 기초연구 - 단열재 습식 부착방법을 중심으로 -

Preliminary Study for Vision A.I-based Automated Quality Supervision Technique of Exterior Insulation and Finishing System - Focusing on Form Bonding Method -

윤세빈¹ · 이병민² · 이창수³ · 김태훈^{4*}

Yoon, Sebeen¹ · Lee, Byoungmin² · Lee, Changsu³ · Kim, Taehoon^{4*}

Abstract

This study proposed vision artificial intelligence-based automated supervision technology for external insulation and finishing system, and basic research was conducted for it. The automated supervision technology proposed in this study consists of the object detection model (YOLOv5) and the part that derives necessary information based on the object detection result and then determines whether the external insulation-related adhesion regulations are complied with. As a result of a test, the judgement accuracy of the proposed model showed about 70%. The results of this study are expected to contribute to securing the external insulation quality and further contributing to the realization of energy-saving eco-friendly buildings. As further research, it is necessary to develop a technology that can improve the accuracy of the object detection model by supplementing the number of data for model training and determine additional related regulations such as the adhesive area ratio.

키 워 드 : 외단열 공법, 인공지능 영상인식, 품질감리 자동화.

Keywords : exterior insulation and finish system, vision artificial intelligence, automated quality supervision.

1. 서 론

1.1 연구의 배경 및 목적

외단열 공법은 건물의 외부에 단열재를 시공한 후 마감재를 시공하는 방식으로 기존 내단열 공법의 벽과 슬래브 사이에서 발생하는 열교현상을 방지하고 실내공간 콘크리트의 축열 효과로 난방열이 지속되어 에너지 저감에 효과적이다[1]. 외단열 공법은 단열재를 고정하는 방법에 따라 건식과 습식으로 구분할 수 있는데 그 중 단열재를 접착제만으로 부착하는 방식은 경제적이고 공정이 단순하다는 장점으로 널리 활용되고 있으나 시방서 등에서 제시하고 있는 접착방법을 준수하지 않은 부실 시공으로 인해 단열재의 탈락 하자가 빈번하게 보고되고 있다[2]. 기존 외단열 공법의 품질감리 방식은 감리자가 현장을 순회하며 육안으로 감리하는 방식으로 시간과 비용 문제로 인해 전수 조사가 어려워 품질 확보에 한계가 있다. 이러한 한계를 극복하기 위하여 본 연구에서는 현장에 설치된 CCTV 등을 통해 수집한 영상정보를 바탕으로 인공지능 영상인식 기반 외단열 공법 품질감리자동화 기술 개발을 위한 기초연구 수행을 목적으로 한다. 본 연구 결과는 향후 외단열 공법의 품질을 확보하고 에너지절약형 친환경건축물 실현에 기여할 수 있다.

1.2 연구의 범위 및 방법

외단열 습식 공법은 일반적으로 단열재에 접착제 도포, 단열재 부착, 메쉬 시공, 마감재 시공 순으로 진행된다. 본 연구의 대상 작업은 외단열 공법의 주요 하자인 단열재 탈락과 관련된 접착제 도포 작업으로 한정한다. 이를 위해 본 연구는 먼저 외단열 공법 접착방법 관련 규정, 기준 등을 검토한 후 인공지능 객체 탐지(Object Detection) 아키텍처로 널리 사용되는 YOLO 5번째 버전(YOLOv5) 모델을 이용하여 접착방법 자동 감리 모델을 제안하고 모델 학습 후 테스트하는 순서로 진행된다.

1) 서울과학기술대학교 U-건설관리공학연구소, 연구원

2) 서울과학기술대학교 건축학부(건축공학), 학사과정

3) 고려대학교 건축사회환경공학부, 박사수료

4) 서울과학기술대학교 건축학부(건축공학), 교수, 교신저자(kimth@seoultech.ac.kr)

2. 인공지능 영상인식 기반 외단열 공법 품질감리 자동화 기술 기초모델 및 테스트

2.1 제안 모델

본 연구에서 제안하는 품질관리 자동화 기술은 객체 탐지 모델(YOLOv5)과 이로부터 도출된 결과를 바탕으로 필요정보를 계산 후 외단열 관련 접착규정 준수 여부를 판단하는 부분으로 구성된다. 제안 기술의 실행 절차를 살펴보면, 먼저 객체 탐지 모델은 이미지 내에서 단열재와 접착물탈 덩어리의 위치 정보를 추출한다. 이 위치 정보를 이용하여 단열재와 접착물탈 덩어리 간의 겹침여부를 판별하여 단열재 내에 위치한 접착물탈 덩어리의 수를 계산하고, 마지막으로 접착물탈의 수가 관련 규정을 만족하는지 판별한다. 한편, 객체 탐지 모델은 사전에 단열재와 접착물탈 덩어리를 탐지할 수 있도록 관련 데이터를 이용해 학습한다. 객체 탐지 모델의 학습은 먼저 모델에 이미지를 입력하여 도출된 객체 탐지 결과와 실제 정답을 비교하여 오차를 계산한 후 오차 역전파를 통해 모델 가중치를 업데이트하는 과정을 반복한다.

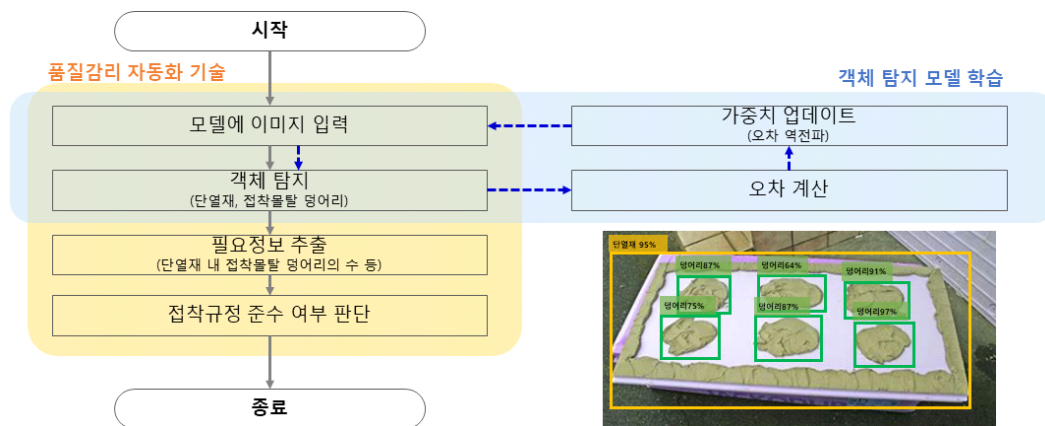


그림 1. 인공지능 영상인식 기반 외단열 공법 품질감리 자동화 기술 기초모델 및 객체 탐지 예시

2.2 테스트 결과

제안 기술의 테스트를 위해 먼저 50장의 훈련용 이미지 데이터를 바탕으로 객체 탐지 모델을 학습시켰다. 수집 데이터 수가 충분하지 않아 모델의 학습을 위해 epoch 수를 5,000회까지 높인 후, batch 4로 설정 후 학습을 진행하였다. 학습된 모델에 confidence level을 50%로 설정하고 10장의 새로운 데이터를 입력한 결과 단열재는 85%, 접착물탈 덩어리는 78% 수준의 검출 정확도를 보여주었다. 이를 바탕으로 단열재 내 접착물탈 덩어리의 수를 계산하여 접착규정 준수 여부를 판별한 결과 약 70% 수준의 판별 정확도를 나타냈다.

3. 결 론

본 연구는 단열재 탈락 하자가 빈번하게 발생하는 외단열 공법의 접착 품질확보를 위하여 인공지능 영상인식 기반 품질감리 자동화 기술 개발을 위한 기초연구를 수행하였다. 제안 모델을 이용해 외단열 접착규정 준수여부에 대한 자동 품질감리 시험 결과, 약 70% 수준의 판별 정확도를 나타냈다. 본 연구 결과는 외단열 품질 확보에 기여하고 나아가 에너지절약형 친환경건축물 실현에 기여할 것으로 판단된다. 향후 연구로 모델 학습용 데이터 수를 보완하여 객체 탐지 모델의 정확도를 높이고 접착제 도포면적 비율 등 추가적인 관련 규정도 판별할 수 있는 기술 개발이 필요하다.

감사의 글

본 논문은 2022년 교육부의 재원으로 한국연구재단의 지원(2020R1I1A1A01073510)을 받아 수행된 연구임을 밝히며 이에 감사드립니다.

참고 문헌

1. 임현수, 김태훈, 조훈희, 강경인, 공동주택용 외단열 적층시공 공법 개념 모델, 한국건축시공학회 논문집, 2015, pp.413-423
2. 이병수, 외단열 하자예방을 위한 이미지 프로세싱 기반 사전 품질관리 기법에 관한 연구, 한양대학교 공학대학원 석사학위 논문, 2012