

# 창호 하자 식별을 위한 컴퓨터 비전 기반 결함 탐지 방법

이수빈\* · 이슬비\*\*

## Window defects identification method by using photos collected through the pre-handover inspection of multifamily housing

Lee, Subin · Lee, Seulbi

**Abstract:** This study proposed how to identify window defects by using photos uploaded by occupants during the pre-handover inspection of mulch-family housing. A total of 1168 door images were acquired to generate training data and validation data. Subsequently, through the proposed algorithms, every pixel in images labeled a door was binarized using the OTSU threshold, and then dark pixels were identified as defects. Experimental results demonstrated that our computer vision-based defects identification method detects the door with a recall of 57.9%, and door defects with 63.6%. Although it is still a challenge to automatically identify building defects because of the distortion and brightness of photos, this study has the potential to support better defects management. Ultimately, the improved pre-handover inspection may lead to increased customer satisfaction.

**키 워 드:** 공동주택, 하자, 사전점검, 컴퓨터 비전, 객체 탐지

**Key Words:** Multifamily housing, Defects, Pre-handover inspection, Computer vision, Object detection

## 1. 서론

### 1.1 연구의 배경 및 목적

신축아파트에서 발생한 하자로 인해 입주민과 건설사 간 갈등을 빚는 사례가 지속해서 증가하고 있다(김도형 외, 2020; 방홍순, 김옥규, 2022). 국토교통부 하자심사·분쟁조정위원회 자료에 따르면 2021년 공동주택 하자 처리 대상은 전년도 이월 건수를 포함하여 총 9,674건이었으며, 이는 2020년 대비 약 1.6배가량 증가한 수치이다(Fig. 1 참조). 또한, 위원회 조사 결과 2021년 기준 민원의 평균 처리 기간은 178일, 차년도 이월 건수는 4,957건(처리 대상의 51.2%)으로 하자 처리의 신속성 확보가 필요한 상황이다.

이처럼 공동주택 하자에 관한 국민의 관심과 처리 과정에 대한 개선 요구가 증가하면서 정부는 ‘아파트 등 공동주택 하자 예방 및 입주자 권리 강화방안’을 통해 공동주택 입주예정자의 사전방문 및 품질 점검을 의무화하였다(주택법 제48조의 2 신설, 22.01.24. 시행). 30가구 이상의

공동주택 사업 주체는 입주예정자를 대상으로 세대당 2일 이상 사전 품질 점검을 시행해야 하며, 이때 발견된 중대한 하자(내력 구조부의 철근콘크리트 균열, 철근 노출, 마감부위 균열, 누수, 결로, 승강기 작동 불량 등)에 대하여 적절한 보수 조치가 수행되지 않는 경우 사용승인이 거부되거나 과태료가 부과될 수 있게 된 것이다.

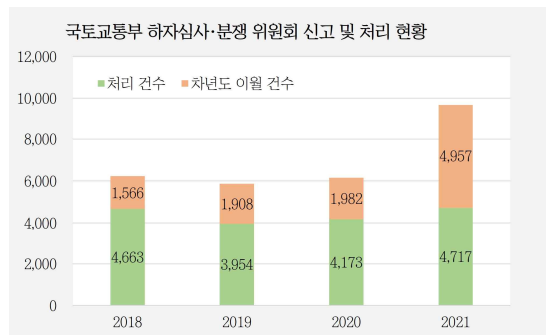


Fig. 4. 공동주택 하자 심사·분쟁 현황 (서지영, 2021)

입주예정자 사전점검이 제도화되면서 사전점검을 지원해주는 서비스에 대한 수요도 증가하였다(Yang et al. 2022). 점검의 편의와 처리 절차의 투명성을 높이기 위해 기존에 종이로 된 점검표와 하자 위치를 표시하기 위한 스티커를

\* 인천대학교 도시건축학부 학사과정

\*\* 인천대학교 도시건축학부 조교수, 교신저자 (sblee@inu.ac.kr)

배부하는 방식은 점차 웹사이트 또는 모바일 어플리케이션으로 대체되었다(Chohan et al. 2021). 사전점검 시 전문가가 동행하여 입주예정자 대신 하자를 검사해주는 대행업체도 인기를 끌고 있다. 그러나 이러한 서비스 역시 아직은 기존의 종이 점검표를 디지털화한 정도에 그치며, 하자의 식별은 전적으로 점검자의 주관적 판단에 의존하고 있다(이대현, 임제만 2018). 오히려 모바일 어플리케이션을 이용한 사전점검이 확대되면서 사업 주체의 측면에서는 하자 접수 사진이나 동영상 등 하자 정보가 올바르게 입력되었는지 검토해야 할 대상들이 대폭 증가하게 되어 관련 업무가 가중된 셈이다(강현욱 외, 2019).

이러한 배경하에 본 연구는 공동주택 하자 관리 업무 개선을 지원하기 위해, 공동주택에서 대표적으로 발생하는 하자의 유형을 파악하고, 사전점검 시 이를 객관적으로 식별할 수 있도록 하는 컴퓨터 비전 기반의 하자 검출 방법을 제안하는 것을 목적으로 한다. 본 연구의 결과물은 입주예정자가 더욱 쉽게 하자를 식별할 수 있도록 지원함과 동시에, 사업 주체가 신속하게 하자 보수의 우선순위를 선정할 수 있도록 하는 데 도움이 될 수 있다.

**1.2 연구의 범위 및 방법**

본 연구에서 하자는 ‘공동주택 하자의 조사, 보수비용 산정 및 하자판정기준’의 제2장에서 하자로 정의된 것 중 공동주택 입주 개시 45일 전까지의 사전점검 단계에서 입주예정자에 의해 식별되는 것으로 한정한다. 따라서 입주예정자가 육안으로 확인할 수 있는 균열, 누수, 침하, 파손, 들뜸 등에 초점을 맞추어 연구를 진행한다. 또한 본 연구는 신축 공동주택을 다루기 때문에 하자보수의 책임은 전적으로 사업 주체에 있는 것으로 한다.

본 연구의 단계별 연구내용은 다음과 같다. 1) 문헌 조사를 통해 하자를 정의하고, 공동주택 사전점검 단계에서 빈번하게 발생하는 하자의 유형을 파악한다. 2) 모바일 하자 관리를 위한 현행 프로세스를 고찰하고, 공동주택 하자 검출에 컴퓨터 비전 방법론의 적용 가능성을 탐색한다. 3) 공동주택의 대표적 하자 유형으로 선정된 항목에 적합한 컴퓨터 비전 기반 객체 식별 알고리즘을 선정한다. 4) 하자 식별을 위한 학습 이미지를 수집하고 Google Colab에서 YOLOv5를 이용하여 객체 학습을 진행한다. 5) 객체 탐지와 하자 식별의 정확도를 분석하고, 정확도를 높이기 위한 추가적인 고려 사항을 논의한다.

**2. 이론적 고찰**

**2.1 하자 유형별 발생 빈도**

손승현 외(2020)의 선행연구에서는 2015년부터 2017년까지 공동주택 35개 동의 하자 사례를 분석하여 총 54,340건의 건축공사 하자 중 철근콘크리트공사 및 조적공사 하자 491건을 제외하고 나머지 53,849건(99.1%)이 마감공사에서 발생함을 확인하였다. 구체적인 마감공사의 소공종으로는 창호공사, 타일공사, 가구공사, 도장공사, 바닥공사 등이 있었으며, 플라스틱 창호와 목창호를 포함한 창호공사에서 가장 많은 하자(전체 마감공사 하자 중 23.4%)가 발생하였다. 창호공사 하자의 내용으로는 문짝의 개폐불량, 흠집 및 파손, 코킹 시공불량 등이 있다. 마감공사 소공종의 분류 및 대표적인 하자 내용 및 발생 건수는 다음 <Table 1>과 같다.

**Table 1. 건축 마감공사 소공종별 하자 발생 건수 (손승현 외, 2020)**

대공종	소공종	하자 내용	발생 건수	비율	
마감	플라스틱 창호	흠집, 파손, 개폐불량	8,531	15.8%	
	타일	줄눈 불량, 깨짐	6,091	11.3%	
	주방 가구	설치 불량, 스크래치	6,048	11.2%	
	도장	얼룩, 변색	5,370	10.0%	
	마루	들뜸, 흠집	5,066	9.4%	
	내장재	결로, 곰팡이, 균열	4,494	8.3%	
	도배	들뜸, 찢어짐, 균열	4,476	8.3%	
	목창호	흠집, 파손, 개폐불량	4,113	7.6%	
	금속류	개폐불량, 찌힘	3,355	6.2%	
	일반 가구	흠집, 탈락, 부착	3,324	6.2%	
	기타	식재, 위생설비, 알루미늄 창호 파손 등	2,981	5.5%	
	총계			53,849	100%

이처럼 마감공사의 하자가 압도적으로 많은 부분을 차지하는 이유는 입주자가 하자를 식별하는 단계가 마감공사 완료 이후 이루어지기 때문이며, 그 정도가 심각하여 안전에 위험을 초래하는 것이 아닌 이상 구조체 하자 등 다른 공종의 하자들은 입주자가 쉽게 구분하기 어렵기 때문으로 추정할 수 있다(정우진 외, 2021).

**2.2 하자 처리에 대한 입주자 만족도**

공동주택의 하자는 입주자에게 거주 불편함과 재산상의 피해를 초래할 뿐만 아니라, 하자 처리 과정이 원활하게 진행되지 않는 경우 공동

주택을 제공한 건설사에 대한 신뢰도 하락으로 이어질 수 있다. 강성수(2014)의 선행연구에서 하자 접수 경험이 있는 공동주택 거주자 130명을 대상으로 설문조사를 수행한 결과, 하자 처리와 관련된 12개 설문 항목 중 하자 신청에 대한 편의성과 하자 처리에 대한 신속성이 고객의 중요도는 높으나 (5점 만점 기준 평균 4.3점) 고객의 만족도는 낮은 (5점 만점 기준 평균 3.5점) 중점 개선 항목으로 선정되었다. 또한 같은 연구에서 하자 처리 과정 경험 전후로 건설사에 대한 만족도를 조사하였는데, 하자 처리 전 ‘대체로 만족’을 선택한 응답자가 전체 130명 중 72명(55.4%)이었던데 반해 하자 처리 후 같은 선택을 한 응답자는 59명(45.4%)으로 감소하는 것이 확인되었다. 물론 공동주택은 다른 재화에 비해 단기간의 연속적인 구매는 어렵다는 특징이 있으므로 건설사에 대한 현 입주민의 만족도가 신규사업에 당장 영향을 주지는 않을 수 있으나 하자과 관련한 건설사의 부정적인 이미지가 굳어지는 경우 향후 잠재적인 소비를 감소시킬 수 있어 하자 처리 방법에 개선이 필요할 것이다.

### 2.3 하자 처리 과정

#### 2.3.1 모바일 기반 하자 접수

최근 스마트홈 시장이 큰 폭으로 성장하면서 건설사나 관계기관에서 독자적으로 입주자 전 모바일 어플리케이션을 개발하여 주거 편의를 높이기 위해 노력하고 있으며, 해당 플랫폼에 하자 접수 기능을 추가하는 사례도 많아지고 있다. 일례로 대한주택건설협회에서는 회원사의 공동주택 입주예정자를 대상으로 사전점검을 지원해주는 모바일 입주자 사전점검 서비스 플랫폼인 vPlus ZIP을 개발하여 제공하고 있다.

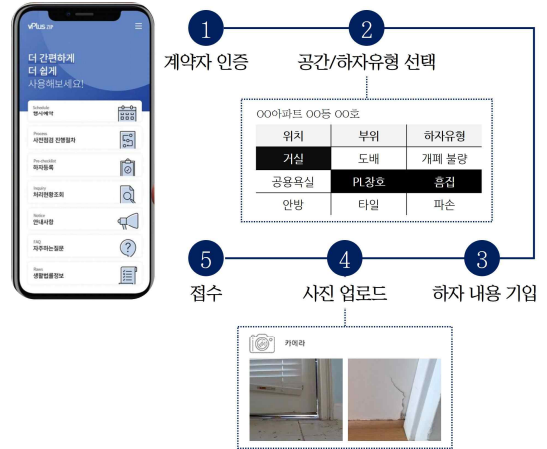


Fig. 5. 모바일 하자 접수 프로세스

일반적으로 이러한 모바일 기반 하자 접수는 <Fig. 2>와 같은 과정으로 진행된다. 1) 모바일 어플리케이션에 접속 후 계약자의 정보를 인증하여 로그인한다. 2) 하자가 발생한 공간의 위치(예: 거실, 공용욕실, 안방 등)와 하자 발생의 소공종(예: 도배, 플라스틱 창호, 타일 등), 그리고 하자의 유형(예: 개폐 불량, 흠집, 파손 등)을 선택한다. 3) 하자의 상세 내용을 텍스트로 기재한다. 4) 하자가 발생한 부위를 촬영한 사진을 두 장 이상 촬영하여 첨부한다. 5) 접수 내용을 확인한 후 신청한다.

이 같은 모바일 하자 관리 서비스는 사전점검에서 접수한 하자가 잘 처리되고 있는지 확인하는 서비스도 함께 제공하므로 입주예정자의 원활한 하자 접수를 도울 뿐만 아니라 처리 과정을 공개함으로써 만족도를 높이게 된다(Chohan et al., 2021). 그러나 하자 접수 프로세스가 개선되고 공개된 것뿐, 하자 접수 이후의 처리는 여전히 수개월이 소요되고 있다. 강현욱 외(2019)의 연구에 따르면, 현행 하자 관리 업무에 배치되는 담당 직원은 3명에서 10명 사이이며 대단지 공동주택의 세대 수와 하자 접수 건수를 고려할 때 담당자 1명당 1,000건 이상의 하자 처리 업무가 할당되고 있어 신속한 하자 처리를 위해서는 추가적인 조치가 요구된다.

#### 2.3.2 컴퓨터 비전 기반 하자 식별

공동주택 하자 접수과정에서 확인할 수 있듯이 하자가 발생한 부위를 촬영한 사진 정보의 수집이 가능해지면서, 사진 정보를 활용하여 하자를 자동으로 식별 및 분류하는 컴퓨터 비전 기반 하자 관리가 주목을 받고 있다. 컴퓨터 비

전이란 컴퓨터를 이용하여 사진 또는 동영상으로부터 의미 있는 정보를 추출하는 방법을 연구하는 학문이다(황선규, 2019). 즉, 사람이 눈으로 사물을 보고 인지하는 작업을 컴퓨터가 수행할 수 있도록 하는 것이다. 이때 사람의 눈이 하는 작업은 카메라가, 뇌가 하는 작업은 알고리즘이 대신하게 된다 (윤호영, 2021).

이와 관련하여 강현욱 외(2019)의 연구에서는 하자의 사진을 찍어 접수하는 단계(Reception), 접수된 하자의 보수 방법을 선정하는 단계(Plan), 선정된 방법으로 하자를 처리하는 단계(Action), 처리된 하자의 만족도를 확인하는 단계(Check)로 이루어진 RPAC 하자 정보 시스템을 제안하였는데 가장 처음인 Reception 단계에서 하자 공종을 분류하기 위해 Google Lense 기능과 같은 기계 학습의 도입이 필요하다고 언급하였다.

더불어 이른바 딥러닝이라 불리는 인공 신경망 기술이 급속도로 발전하면서 컴퓨터 비전뿐만 아니라 컴퓨터 비전과 관련된 인공 신경망에도 급격한 발전이 이루어져 많은 객체 검출 알고리즘이 개발되었다.

그중 YOLO(You Only Look Once) 알고리즘은 2016년에 첫 번째 버전을 공개한 딥러닝 기반 객체 탐지 알고리즘으로 현재까지 가장 혁신적이라 평가받는 방법이다(윤호영, 2021). YOLO 알고리즘은 1단계 방법의 대표 모델인데, 1단계 방법이란 객체를 탐지하기 위해 객체가 위치한 경계를 탐지하고 분류하는 과정과 경계 상자를 만드는 과정을 동시에 수행하여 객체를 탐지하는 방법으로 경계 분류를 먼저 수행하고 경계 상자를 만드는 2단계 방법 대비 속도가 빠르다는 장점이 있다(김준석, 홍일영, 2021). 관련 연구 사례를 살펴보면, 김익수 외(2021)는 YOLOv5를 사용하여 레이저 클래딩, 용접 공정 등 금속 제품의 미세 결함을 검출하였고, 정서영 외(2019)는 하위 버전인 YOLOv2를 사용하여 건물 외벽 콘크리트의 균열을 검출하였다.

또한, 일부 선진 스마트기술을 적용한 건설 현장에서는 시공 오차 검토를 위해 컴퓨터 비전 기반 기술을 시범적으로 도입하여 사용하고 있다. 시공부터 준공까지의 전 과정에 360도 카메라, 레이저 스캐너 등을 도입하여 사진을 촬영한 후 3D 도면 모델과의 비교를 통해 오차를 발견하는 방식이다(차희성 외, 2021). 그러나 레이저 스캐너의 경우 물체의 외곽 정보를 획득하는 것을 주요 기능으로 하고 있어 창호의 흠집 하자나 도장면 불량과 같은 또한, 레이저 스캐너나 360도 카메라와 같은 장비는 아직은 비교적 고가이기 때문에 다수의 입주예정자를 대상으로 하는 사전점검에서는 적용하기 어렵다는 한계도 있다.

### 3. 하자 식별 방법 제안

#### 3.1 하자 식별 알고리즘 선정

본 연구에서는 기존 객체 탐지 모델과 비교하여 사용하기에 직관적일 뿐만 아니라 추론 속도도 우수한 YOLOv5 모델을 사용하여 공동주택의 하자를 식별하고자 한다. 한편, YOLOv5를 실행하기 위한 프레임워크로는 Darknet, Darkflow, OpenCV 등을 선택할 수 있는데, 비교적 설치가 간단한 OpenCV를 선택하였다. OpenCV는 오픈 소스 컴퓨터 비전 및 기계 학습 소프트웨어 라이브러리로 컴퓨터 비전 어플리케이션을 위한 공통 인프라를 제공하고 상용 제품에서의 기계 인식 사용을 가속하기 위해 구축되었다. OpenCV 라이브러리는 2,500개 이상의 최적화된 알고리즘을 포함하며 얼굴 인식, 물체 식별, 카메라 움직임 추적, 움직이는 물체 추적 등의 기능을 지원한다.

#### 3.2 Dataset 수집 및 학습

객체를 학습하기 위해서는 데이터 라벨링된 이미지 데이터셋이 필요하다. 데이터 라벨링이란 인공지능이 학습할 수 있도록 데이터 이미지 위에 객체의 위치를 표시할 수 있는 박스를 그리고 해당 박스를 분류하기 위한 주석을 다는 작업을 말한다. 객체 학습은 데이터를 기반으로 이루어지는 작업이기 때문에 데이터의 양과 질에 영향을 많이 받을 수밖에 없다.

본 연구는 공동주택 하자 중 가장 발생 빈도가 높은 창호 하자를 대상으로 분석하기 위하여 Arduengo(2019)의 DoorDetect Dataset을 사용하였다. 해당 데이터셋은 총 1,213장의 문 이미지를 포함하며, 문의 종류에 따라 방 문(Room door), 수납장 문(Cabinet door), 냉장고 문(Refrigerator door)으로 구분된다 (Fig. 3-(a) 참조). 문을 구성하는 객체 요소로는 손잡이(Handle)가 있다(Fig. 3-(b) 참조).



Fig. 6. DoorDetect Dataset의 객체 클래스 (Arduengo, 2019)

총 1,213장의 이미지 데이터셋 중 유효하지 않은 이미지를 제외한 1,168장을 학습용(Train) 이미지 934장(80%)으로 사용하였다. 나머지 234장(20%)의 이미지는 검증(Validation)을 위해 사용하였다. 문 객체에 대한 학습은 Google Colab 환경에서 진행하였으며, 모델구조(weights)는 기본값인 YOLOv5s로 학습을 진행하였고 학습할 때 한 번에 처리할 이미지 수인 배치 사이즈(batch size)도 기본값인 16으로 학습을 진행하였다. 이미지 크기의 경우, 크게 설정할수록 모델 성능이 좋아질 수 있지만, 학습 속도와 계산 속도에 대한 부담이 커지게 되는 것을 고려하여 416x416으로 설정하였다. 데이터셋으로 학습을 반복할 횟수를 지정하는 에포크 수(epochs)는 30으로 설정하여 학습을 진행하였다. 이외의 다른 파라미터들은 기본값으로 두고 학습하였다.

### 3.3 객체 및 하자 탐지

객체 탐지 또한 Google Colab 환경에서 진행하였다. 객체 탐지를 진행할 이미지는 객체 탐지 후 하자까지 탐지할 것을 고려하여 처음부터 하자가 있는 객체 이미지를 중점적으로 수집하였다. 이미지의 사이즈는 416x416으로 학습할 때의 이미지 사이즈와 동일하였다. 데이터셋 학습으로 나온 모델 가중치(weights)를 사용하여 객체 탐지를 진행하였고 그 결과 문으로 탐지된 부분만 추출하였다.

문으로 추출된 이미지에 대해서는 창호 하자의 내용 중 흠집과 파손을 식별하기 위해 크랙 탐지를 진행하였다. 이때 크랙은 건축물 하자 탐지 중 가장 대표적으로 사용되는 콘크리트 크랙

을 적용하였다. 상세한 기술 사양은 VS Code 환경, OpenCV, Python 3.9.12이다. 크랙 탐지에 사용된 코드 전문은 아래 <Table 2>에 정리하였다.

Table 2. 객체 식별 및 하자 탐지 코드

코드 전문
<pre>import cv2 as cv import numpy as np  src = cv.imread("C:\Users\SB\Desktop\Crack\Detect door\crack_19.jpg") cv.imshow("input", src)  gray = cv.cvtColor(src, cv.COLOR_BGR2GRAY) ret, binary = cv.threshold(gray, 0, 255, cv.THRESH_BINARY_INV   cv.THRESH_OTSU)  se = cv.getStructuringElement(cv.MORPH_RECT, (10, 10), (-1, -1)) binary = cv.morphologyEx(binary, cv.MORPH_OPEN, se) cv.imshow("binary", binary)  contours, hierarchy = cv.findContours(binary, cv.RETR_EXTERNAL, cv.CHAIN_APPROX_SIMPLE) height, width = src.shape[:2] for c in range(len(contours)):     x, y, w, h = cv.boundingRect(contours[c])     area = cv.contourArea(contours[c])     if h &gt; (height//2):         continue     if area &lt; 150:         continue     cv.rectangle(src, (x, y), (x+w, y+h), (0, 0, 255), 1, 8, 0)     cv.drawContours(src, contours, c, (0, 255, 0), 1, 8)  cv.imshow("result", src) cv.imwrite("Users\SB\Desktop\Crack\Detect door\Result/result_19.jpg", src)  cv.waitKey(0) cv.destroyAllWindows()</pre>

위와 같은 문의 흠집과 파손 하자를 식별 코드를 풀어서 설명하면 다음과 같다.

우선, cv.imread 함수를 사용하여 객체를 식별하고자 하는 사진을 불러온다. 그다음 cv.cvtColor 함수를 사용하여 기본 RGB 색상 형식을 객체 식별의 정확도를 높일 수 있는 Grayscale, HSV, YCrCb, Luv 등의 형식으로 변경한다. 본 연구에서는 Grayscale 이미지로 변환하였다. 그다음 cv.threshold 함수를 사용하여 이미지의 픽셀값을 고정 임계 값을 기준으로 흑과 백으로 이진화한다. 이때 임계 값은 OTSU의 이진화 알고리즘을 통해 자동으로 계산된다. 다음으로 cv.getStructuringElement 함수를 사용하여 이미지를 사각형 모양의 객체로 구조화하는데, 여기서 cv.morphologyEx 함수의 열기 연산을 사용하면 침식과 팽창 과정이 적용되어 영역의 크기를 유지하며 밝은 영역을 감소시킬 수 있다. 이와 같이 구조화된 이미지 객체에 cv.findContours 함수를 적용하면 임계 값 이상의 색상 대비를 보이는 면적 부분이 외곽선으로 검출된다. 최종적으로는 cv.drawContours 함수가 검출된 외곽선을 따라

초록색 선을, cv.boundingRect함수가 빨간색의 바운딩 박스를 그리며 객체가 식별된다.

#### 4. 하자 식별 결과

##### 4.1 객체 식별 결과

본 연구의 객체 식별 결과 중 성공 사례의 일부는 다음 <Fig. 4>와 같다.



Fig. 7. 문(Door) 객체 탐지 결과 - 성공

문으로 식별된 이미지 중 사전점검 시 입주예정자가 유의미한 하자로 판단할 수 있을 정도의 파손을 보이는 이미지 총 19장 중 본 연구가 제시한 객체 식별과정을 통해 문 객체로 인식된 것은 15장이었는데, 이 중 <Fig. 5>와 같이 다른 위치를 식별한 4장의 사례를 제외하면 객체 식별의 정확도는 57.9%(19장 중 11장)로 분석되었다. 이를 통해 객체의 왜곡이 심하지 않고 객체 전체가 포함된 이미지의 경우 식별이 잘 되었으나, 객체가 심하게 기울어졌거나 객체가 전부 보이지 않고 일부만 보이는 경우는 식별에 실패하는 것을 확인하였다.



Fig. 8. 문(Door) 객체 탐지 결과 - 실패

##### 4.2 하자 탐지 결과

객체 식별을 통해 문으로 정확하게 인식된 11장의 이미지를 대상으로 하자 탐지를 진행하였다. 이 중 하자의 위치까지 정확하게 탐지된 사례는 7장으로 하자 탐지의 정확도는 63.6%를 보였다. <Fig. 6>은 하자 식별의 성공 사례와 실패 사례를 보여주는 것으로, 이를 통해 크기가 큰 흠집이나 파손은 유효하게 검출될 수 있음을 확인하였다. 다만, 본 연구에서 제시한 방법으로는 그림자나 문의 손잡이와 같이 색상의 차이가 발생하는 부분까지 하자로 탐지되는 것을 알 수 있다.

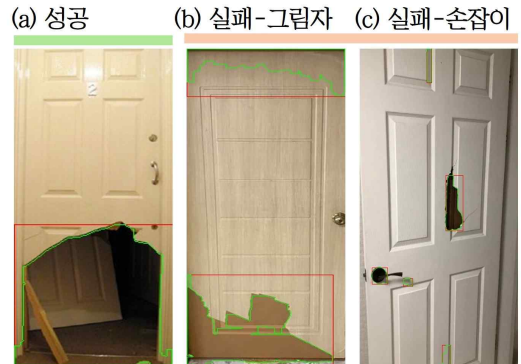


Fig. 9. 하자 탐지 결과

##### 4.2 결과 개선 방향

상기 연구 결과는 입주예정자가 직접 찍은 사진을 이용하여 공동주택 사전점검 시 하자 식별이 가능함을 보여준다. 그러나 객체 식별과 하자 탐지의 정확도를 높이기 위해서는 몇 가지 개선이 필요하다.

첫째로, 본 연구는 Dataset의 확보 문제로 인하여 문과 문의 구성요소 객체만을 학습 데이터로 사용하였고, 하자 탐지에는 외벽 콘크리트 균열 알고리즘을 적용하였다. 그러나, 콘크리트에서 발생하는 균열은 흑백 이미지 이진화 알고리즘을 적용하여 식별하는데 높은 정확도를 보이는 것과는 다르게 창호하자의 종류인 흠집이나 유격은 이미지 명도의 차이로만 판단하기는 한계가 있다. 따라서, 하자 탐지의 정확도를 높이기 위해서는 창호 하자에 대한 학습도 선행되어야 할 것이다.

둘째로, 객체 탐지 시 객체의 사진에 따라 결과가 좌우된다는 한계점을 극복할 필요가 있다. 객체 식별 당시 문의 일부만 보이는 경우 객체를 제대로 인식하지 못하였고 심하게 기울어져

있는 등 왜곡이 있는 사진 또한 객체 인식이 제대로 되지 않았다. 이를 해결하기 위해서는 입주 예정자에게 사진 촬영 시 상세한 안내 사항을 주는 방안을 고려해야 하는데, 증강 현실을 도입한 추가 연구가 도움이 될 것으로 판단된다.

마지막으로, 하자 탐지 시 그림자와 손잡이 등 색이 다른 물체를 하자로 인식하는 점도 개선이 요구된다. 이는 본 연구가 주변에 비해 어두운 부분을 하자라고 인식하는 알고리즘을 사용하였기 때문에 추후 다른 알고리즘을 적용하여 비교해볼 필요가 있다.

## 5. 결론

공동주택 하자 심사 건수는 최근 급격히 증가하였고, 이에 따라 공동주택 입주예정자 사전 방문 및 품질점검단이 제도화되었다. 이를 뒷받침하기 위해 공동주택의 하자 관리 또한 종이 점검표에서 모바일 기반 하자 접수로 선진화되었지만, 종이에서 디지털 기기로 대체만 바뀌었을 뿐 실상은 변함이 없다. 따라서 본 연구는 입주 예정자 사전점검 단계에서 모바일 하자 접수를 통해 수집되는 많은 양의 사진 정보를 유용하게 사용하기 위한 컴퓨터 비전 기반 하자관리 방안을 제시하였다. 하자 검출 실험을 위해 건축마감공사 중 하자 발생 건수가 가장 많은 창호공사 하자를 선정하였으며, 상세 하자 내용은 육안으로 확인할 수 있는 흠집 및 파손을 대상으로 하였다. 본 연구의 컴퓨터 비전 기반 하자 식별 결과는 객체 탐지의 정확도 약 57.9%, 하자 탐지의 정확도 약 63.6%로 분석되었다. 이를 통해, 창호 하자 중 흠집과 파손의 크기가 비교적 큰 경우 컴퓨터 비전 기반의 하자 관리가 유용한 방법임을 입증하였다.

컴퓨터 비전 기반의 하자 관리 방법을 제시한 본 연구는 입주예정자의 하자 접수 편의성을 높이고, 건설사의 하자 처리 과정을 신속화할 수 있을 것으로 예상된다. 또한, 컴퓨터 비전 기반 하자 관리는 입주예정자와 건설사 간의 하자 분쟁 발생 또한 감소시키는 요인이 될 수 있을 것으로 판단된다. 현재와 같이 개인의 판단에만 의존하는 하자 관리의 경우, 하자를 접수한 입주 예정자와 하자를 접수받은 건설사 직원의 주관적 판단이 개입되기 때문에 하자를 판단하는데 있어 서로 이견이 생기기 쉬운데 컴퓨터 비전 기반 하자 관리가 객관적인 기준을 제시해 줄 수 있는 것이다.

## REFERENCES

- 강현욱, 박양호, 김용수 (2019), 공동주택에 대한 하자정보 관리시스템의 개선 모델, 한국건설관리학회 논문집, 제20권, 제4호, pp.13-21.
- 김도형, 이동윤, 이학주, 민윤기, 박인성, 조준희 (2020), 공동주택 건축공사 하자유형별 중요도 분석, 한국건축시공학회지, 제20권, 제4호, pp.357-365.
- 김익수, 이문구, 전용호 (2021), 결합검출 적용을 위한 YOLO 딥러닝 알고리즘 비교, 한국생산제조학회지, 제30권, 제6호, pp.514-519.
- 김준석, 홍일영 (2021), YOLO 신경망 기반의 UAV 영상을 이용한 건물 객체 탐지 분석, 한국측량학회지, 제39권, 제6호, pp.381-392.
- 방홍순, 김옥규 (2022), 건설사와 입주민의 공동주택 하자분쟁 쟁점 및 개선 방안, 한국건축시공학회지, 제22권, 제1호, pp.103-114.
- 서지영(2022. 09. 20), 하자심사 처리 평균 299일 과부하 막을 대책 필요, 아파트관리신문, <http://www.aptn.co.kr/news/articleView.html?idxno=101169> 에서 발췌
- 손승현, 박재우, 강상훈, 허영기, 김대영 (2020), 공동주택 건축공사 하자 유형 및 원인에 관한 연구, 한국건축시공학회지, 제20권, 제6호, pp.515-525.
- 윤호영 (2021), 사람에서 컴퓨터 자동화로 연결을 위한 탐색, 한국언론학보, 제65권, 제6호, pp.452-481.
- 이대현, 임재만 (2018), 정보비대칭 상황에서 공동주택 하자 문제, 주택도시연구, 제8권, 제1호, pp.53-67.
- 정우진, 김대영, 임지영, 박현정 (2021), 유지관리 단계의 하자 재발생을 고려한 창호공사 시공 단계의 중점관리요소 분석, 한국건축시공학회지, 제21권, 제6호, pp.653-664.
- 차희성, 최병주, 김정현, 이상영, 김태현, 안은철, 김규원 (2021), 스마트 건설 기술 현장 적용 문제점 및 개선방안에 대한 제언 -DL 이앤씨 적용 사례를 중심으로-, 한국건설관리학회 학회지, 제22권, 제6호, pp.34-41.
- 황선규 (2019), OpenCV 4로 배우는 컴퓨터 비전과 머신러닝(1판), 서울: 길벗.
- Arduengo, M. (2019), Labelled image dataset for door handle detection, <https://github.com/MiguelARD/DoorDetect-Dataset>.nd handle detection,
- Chohan, A. H., Awad, J., Jung, C., Ani, A. I. C. (2021), Development of smart application for house condition survey, Ain Shams

Engineering Journal, Volume13, Issue3.

Yang, D. U., Kim, B., Lee, S. H., Ahn, Y. H.,  
Kim, H. Y. (2022), AutoDefect: Defect text  
classification in residential buildings using a  
multi-task channel attention network,  
Sustainable Cities and Society, Volume80.