

화재조사를 위한 LiDAR 센서 활용방안 연구

임언택*, 정용한*, 김성삼*

*국립재난안전연구원 재난원인조사실

e-mail:charmante93@korea.kr

Study on Utilizing LiDAR Sensors for Fire Investigation

Eon-Taek Lim*, Yong-Han Jung*, Seong-Sam Kim*

*Division of Disaster Scientific Investigation, National Disaster Management Research Institute

요약

본 연구는 화재조사를 위한 발화원인 선정과 피해 면적 산출을 위해 LiDAR 기술을 활용하는 방법을 제안하였다. LiDAR를 활용하여 아파트 화재실험 현장을 대상으로 3차원 모델을 구축하고, 포인트 클라우드의 반사 강도 값을 분석하여 화재로 손상된 부위를 구분하였다. 연구결과를 통해 화재조사업무에 유용한 과학적 자료를 수집할 수 있음을 확인하였으며, 이를 토대로 향후 화재조사업무에 도움이 될 것으로 기대된다.

록 LiDAR 기술을 활용하여 연구를 수행하였다.

LiDAR 센싱 기술은 다양한 물체를 정확하게 구분할 수 있어서 LiDAR 스캔으로 취득한 포인트 클라우드를 기반으로 BIM 모델을 구축하여 건축물에 대한 화재 피해 면적과 깊이를 산출할 수 있다[3]. 특히 포인트 클라우드의 강도 값의 이미지는 화재로 손상된 콘크리트 구조물의 질감, 균열, 깨짐 및 색상 변화를 확인할 수 있으며, LiDAR 반사 강도 모델과 RGB 기반의 이미지 분석을 통하여 화재손상 콘크리트의 비파괴 검사를 제안하였다[4-5].

본 논문에서는 실제 아파트 화재실험 현장을 대상으로 LiDAR 장비를 활용하여 3차원 모델을 구축하였다. LiDAR 반사율에 따른 포인트 클라우드의 강도 값을 기반으로 화재로 손상된 화재부위를 구분하고 자료의 특성을 분석하여 화재조사 의사결정을 위한 기초연구를 수행하였다.

1. 서론

화재가 발생하면 소방관의 화재 진압 후 화재조사가 이루어진다. 화재조사의 목적은 발화지점(origin), 발화원인(cause), 화재확산(fire spread), 책임(responsibility)과 관련한 정확한 판단과 피해산정을 위해 수행한다. 특히 화재가 처음 시작된 발화지점 산정은 화재조사에 있어서 가장 중요하다. 그러나 2022년도 화재통계연감에서 최근 10년('13~'22) 동안의 전체 화재 건수는 412,573건으로 이 중 37,498건(9.1%)이 원인미상으로 나타났다[1].

화재조사를 위하여 화재현장 조사계획을 수립하고 수집한 구두정보, 기록정보, 시각정보를 토대로 발화원인을 선정한다. 이때 사진, 비디오, CCTV 등의 영상기록물은 최초발화지점을 확인할 수 있는 유용한 자료가 되며, 발화장면이 촬영되어 있다면 별도의 증거나 해석 없이 쉽게 발화원인을 지정할 수 있다. 하지만 발화장면이 촬영되지 않았고 연기의 이동이나 화염의 방향으로 판단하기 어렵다면 발화원인 선정이 어렵다. 또한 잘못된 선정으로 화재조사가 진행된다면, 조사인력 및 시간 낭비와 화재현장의 원인을 밝힐 수 있는 기회를 영원히 잃어버리게 된다[2]. 따라서 본 연구는 화재현장을 보존한 상태로 발화원인 선정 및 과학적 자료를 수집할 수 있도록

2. 연구 자료 및 방법

2.1 실험 대상지

실험 대상지는 대구광역시 서부소방서에서 아파트 화재 진압 훈련 및 연구로 활용하고 있는 재개발지역 아파트이다. 아파트는 계단식 구조로 하나의 라인에 한 쌍의 호가 마주 보고 있으며, 한 개 동의 일 층에 있는 한 개 호에 대한 화재 훈련이 끝난 뒤, 약 2주 후 연구를 진행하였다.

2.2 연구활용 장비

화재현장 자료취득은 Leica BLK360 LiDAR 장비를 활용하였다. BLK360은 초당 최대 360,000점을 취득하고 동시에 HDR 카메라로 취득되는 이미지를 기반으로 RGB 정보가 입력되어 실제 재난 현장을 묘사할 수 있다. 특히, 시야각이 수평으로 360°, 수직으로 300°이고, 유효거리가 제원상 60m이지만, 거리에 따라 취득되는 정밀도의 차이가 발생하는 점을 고려하여 주로 실내 재난현장의 신속한 매핑을 목적으로 활용하고 있다.

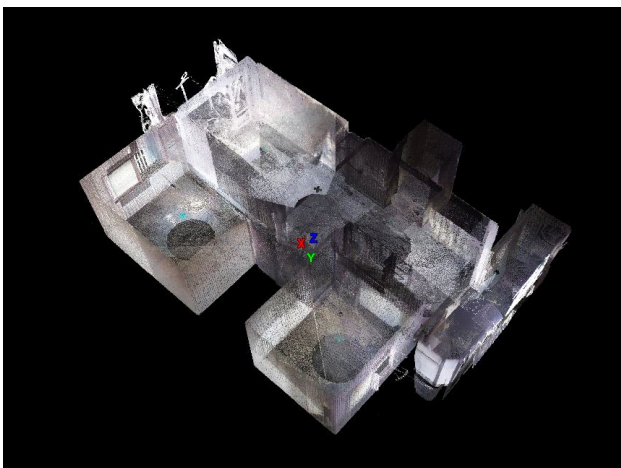
2.3 연구 절차

본 연구는 화재로 인한 피해 현장의 발화원인을 조사하기 위해 신속한 매핑 자료취득과 자료처리를 다음과 같은 연구 과정으로 진행되었다. 먼저 화재현장의 3차원 모델링 구축을 위하여 LiDAR 스캔 위치를 선정하고 포인트 클라우드 자료를 취득하였다. 3차원 모델링을 위해 포인트 클라우드 정합과정을 수행하였으며, LiDAR의 반사 강도 값을 정규화하여 화재로 손상된 곳과 손상되지 않은 곳을 비교하였다.

3. 실험결과 및 분석

3.1 실험 자료취득 및 처리결과

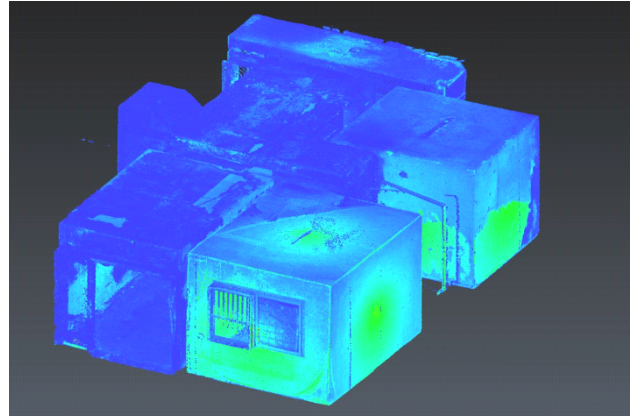
BLK360을 활용하여 총 7곳에 대한 LiDAR 스캔을 진행하였다. 화재현장의 3차원 모델을 구축하기 위해 Leica Cyclone S/W의 정합 기능을 수행하였다. LiDAR를 통해 구축한 3차원 모델은 그림1과 같으며 포인트 클라우드의 수는 382,254,108개로 나타났다. 3차원 모델을 기반으로 탄화(charring), 박리(spalling), 백화(clean burn), 화재부위 등을 확인할 수 있었다.



[그림 1] LiDAR 기반의 화재현장 3차원 모델 구축 결과

3.2 Intensity values 기반의 3차원 모델 구축

화재현장의 3차원 모델링 자료를 토대로 x, y, z, 빛의 반사도를 포함하는 텍스트 파일로 변환하였다. 특히 빛의 반사도는 화재조사를 수행할 수 있는 강도 값으로 정규화하고 이를 바탕으로 정규화된 값의 3차원 모델을 구축하였다[그림2].



[그림 2] Intensity 기반의 화재현장 3차원 모델 구축 결과

4. 결론

본 연구는 화재현장에 LiDAR 기술을 활용하여 3차원 모델을 구축하고 이를 토대로 과학적 자료를 수집할 수 있었으며, 빛의 반사 강도 값에서 화재부위 추출 및 비교분석을 통하여 향후 화재조사업무에 도움이 될 수 있을 것으로 판단된다.

참고문헌

- [1] 소방청, “2022년도 화재통계연감”, 8월, 2023년.
- [2] 이승훈, “화재원인조사실무-훈소와 표면연소”, 한국화재보험협회, 통권 148호, pp. 30-36, 4월, 2013년.
- [3] 정희재, 함남혁, 이병도, 박광민, 김재준, “3D Laser Scanning을 활용한 화재 손상 부위의 보수·보강 물량 산출 방식 개선에 관한 연구”, 한국BIM학회논문집, 제 9권 1호, pp. 11-21, 1월, 2019년.
DOI: <https://doi.org/10.13161/kibim.2019.9.1.011>
- [4] W. Mukupa, C. Hancock, G. Roberts, K. Al-Manasir, H. de Ligt, Z. Chen, “Visual inspection of fire-damaged concrete based on terrestrial laser scanner data”, Applied Geomatics, Vol. 9, pp. 143-158, Aug, 2017.
DOI: <https://doi.org/10.1007/s12518-017-0188-9>
- [5] W. Mukupa, G. W. Roberts, C. M. Hancock, K. Al-Manasir, “Anon-destructive technique for health assessment of fire-damaged concrete elements using terrestrial laser scanning”, Journal of Civil Structural Health Monitoring, Vol. 6, pp. 655-679, Aug, 2016.
DOI: <https://doi.org/10.1007/s13349-016-0188-1>