

CCTV 영상을 활용한 디지털트윈 시스템에서의 터널 화재 검출에 대한 연구

유성민, 김연진, 최광목*, 조숙경**, 정광철**, 김경배

서원대학교, *(주)카카오엔터프라이즈, **(주)네스토즈

smin9830@gmail.com, rlsduswls13@seowon.ac.kr, *kwangmook.choi@gmail.com, **skyindb@naver.com,
**jungkc@astrobridge.kr, gbkim@seowon.ac.kr

Study on the Detection of Tunnel Fire in Digital Twin System using CCTV Video

Ryoo Seong Min, Kim Yeon Jin, Choi Kwang Mook*, Cho Sook Kyoung**,

Jung Kwang Chul**, Kim Gyoung Bae

Seowon Univ., *Kakao Enterprise Corp., **Nestors Co.,Ltd.

요약

본 논문에서는 터널 화재를 검출하기 위한 방법에 대해 논의한다. 디지털 트윈 기술을 적용하여 터널을 복제하여 동기화시켜 터널 내의 상황을 모니터링 하는데 현재 가장 먼저 구현 가능성이 있는 CCTV 영상을 활용한 화재 검출 방법에 대해 논한다. 터널 내의 환경과 CCTV의 해상도 등의 제약 사항이 인공지능 화재 데이터 셋을 구축할 때 어떤 영향을 미치는지 알아본 후 고려 사항에 따른 인공지능 훈련 방안을 제안한다.

I. 서론

지난 2020년 2월 사매 2터널의 화재 발생으로 46명의 사상자가 생겼으며 완전 진화까지 5시간이 소요되었다. 터널은 폐쇄 공간으로 화재에 취약한 구조기에 개방된 다른 장소보다 더 큰 인명 피해가 발생할 가능성이 커진다. 터널 화재는 유독 가스로 인한 시야 확보가 어렵고, 굴뚝 효과 문제로 신속한 대피가 어렵다는 문제점이 있다. 그러므로, 대규모 피난 인원이 동시에 이동 시 막대한 인명 피해로 이어질 우려가 있다. 이러한 부분을 해결하기 위해 터널 내 CCTV, 소방 시설, 대피 시설, 환기 시설 등을 법으로 규정하여 국가에서 운영하고 있으나 현장 대응을 위한 시스템은 없는 실정이다.

터널 화재에서 중요한 대응은 화재 발생 지점을 신속하게 파악하고 터널 내 진입되어 있는 차량 현황을 확보하는 것이다. 현재 시스템은 도로 터널과 소방청의 시스템이 연계되어 있지 않은 상황이라 위의 두 가지 현황을 신속하게 파악할 수 없다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 디지털 트윈을 적용하기 위한 다양한 정책 발굴과 연구가 진행되고 있다[1,2]. 터널을 위한 디지털 트윈은 실제 터널을 복제하여 동기화시키는 디지털 기술이다. 디지털 트윈에서는 터널을 또 하나의 개체 공간으로 재현하여 동기화시키고, 거기서 얻어진 데이터를 바탕으로 사고 피해를 최소한으로 낮추기 위한 최적의 의사 결정을 도출해야 하는 목표를 가진다.

본 논문에서는 터널 화재를 디지털 트윈에 적용하기 위해 CCTV로부터 취득된 영상에서 화재 상황을 인공지능 알고리즘으로 검출하기 위한 방법에 대해 논한다.

II. 본론

영상으로부터 터널 화재를 검출하기 위해서는 화재 이미지를 인공지능 학습 데이터로 사용하여야 한다. 터널 내 영상을 인공지능 학습 데이터로

사용하기 위한 고려 사항은 다음과 같다.

첫째, 화재 검출을 위한 인공지능 데이터 셋을 AI hub 등에서 제공하고 있지만, 해당 데이터 셋은 터널 화재에 적합하지 않다. 왜냐하면, 화재 초기 상황은 화재 원인 물질에 따라 다음 그림과 같이 색상 차이가 나는데 [3], 현재 화재 검출을 위한 데이터 셋은 불길의 진행된 상태이기 때문에 초기 화재를 검출하는데 사용하기가 어렵다. 그러므로, 물질에 따른 초기 화재 영상 데이터가 필요하다.



둘째, 터널 내 이상 상황에 대해 수집된 데이터 대부분은 차량 정지 상태, 역주행 상태 등의 자동차에 관련된 상황이기 때문에 화재 상황에 대한 영상 수집 개수가 적다[4,5]. 이는 인공지능 학습에 사용할 데이터 양이 적어 모델의 성능을 신뢰할 수 없는 문제가 생긴다[5]. 그러므로, 터널과 비슷한 환경 하에서 화재 상황을 연출하여 직접 촬영하여 더 많은 데이터를 확보

할 필요성이 있다.

셋째, 터널 영상 촬영 환경 문제로 CCTV 해상도와 조도 문제로 화질이 떨어져 인공지능 학습 성능을 저하시킬 수 있다. 그러므로, 영상 이외의 디지털 트윈 내 구성 요소인 IOT 데이터와의 연계 학습을 수행하여야 한다.

넷째, 조도가 낮아 어두운 터널에서 자동차의 불빛이나 터널 입출구의 햇빛 등을 화재 상황으로 오작동하는 경우[5]에 대한 인공지능 학습 방법을 고안해야 한다.

다섯째, 기존의 연구는 터널 내의 자동차에 관련된 정지나 역주행 같은 이상 상태나 사람, 화재를 검출하는 연구를 주로 수행하였는데 유해화학물질 누출에 대한 연구가 미흡한 상태이다. 유해화학물질 누출의 경우 대응 방식이 물질에 따라 달라져야 하므로 터널 내의 화재와 더불어 연구되어야 할 분야이다.

III. 결 론

본 논문에서는 디지털 트윈 시스템에서 CCTV 영상으로 터널 화재를 검출하기 위한 인공지능 데이터 셋을 구축할 때의 고려 사항 및 생성 방법을 제안하였다. 터널 내 영상 및 화재 물질에 따른 제한점을 살펴보고, 그에 따른 데이터 셋 구축 방향에 대해 논하였다. 향후 터널 내 화재 데이터 셋을 실제로 구축 후 인공지능 학습을 통해 데이터 셋에 따른 성능 평가를 수행하여, 디지털 트윈 시스템 내 인공지능 모델의 적용 방법을 연구해야 할 것이다.

참 고 문 헌

- [1] ETRI, 디지털 트윈 기술 보고서, 2021.
- [2] 김연진, 이덕규, 정연만, 조동욱, 김경배, “디지털 트윈 기술을 적용한 재난재해 대응에 관한 연구,” 한국통신학회 추계종합학술발표회, pp.83-84, Nov., 2021.
- [3] 조숙경, 백성하, 박봉섭, 김경배, “인공지능기술을 활용한 유해화학물질 탐지 방법,” 한국통신학회 추계종합학술발표회, pp.264-265, Nov, 2022.
- [4] 신휴성, 이규범, 임민진, 김동규, “딥러닝 기반 터널 영상유고감지 시스템 개발 연구,” Journal of Tunnelling and Underground Space Association, Vol.19, No.6, pp.915-936, 2017.
- [5] 이규범, 신휴성, “터널 내 돌발상황 오탐지 영상의 반복 학습을 통한 딥러닝 추론 성능의 자가 성장 효과,” Journal of Tunnelling and Underground Space Association, Vol.21, No.3, pp.419-432, 2019.