

음향기반 지하시설물의 전기스파크 감지 방법

An Acoustic-based Method of Detecting Electric Sparks in Underground Facilities

이병진* · 정우석**

Lee, Byung-Jin · Jung, Woo-Sug

요약

본 논문에서는 음향센서를 기반으로 한 지하시설물 화재 위험감지 방법을 제안하였다. 음향센서는 진동이나 광센서처럼 접촉식이 아니기 때문에 결로가 발생하고 있는 취약구간에 설치하여 보다 효율적으로 활용이 가능하고 지하시설물 내부에 설치된 기기나 장비들과 상호작용하거나 간섭하지 않기 때문에 안전하게 관리가 가능하다. 이러한 특징으로 지하 시설물에서 내통행이 불편하여 관리하기 힘든 구간이나 결로가 많아 화재안전에 주의가 필요한 곳에 설치하여 전기스파크 발생 감지를 통해 재난이 발생하기 이전 화재위험을 감지하는 방법론 중 하나가 될 수 있다.

제안하는 방법은 음향 센서를 통해 지하공동구 안에서 발생하는 소리들을 수집하고 일정한 길이의 시간 단위 프레임들로 분할한 후 분석하여 전기스파크의 특징 벡터를 도출한다. 전기스파크 감지 모델로는 전기스파크 신호의 지역적 특성을 포착할 수 있도록 2D-CNN 구조를 사용하며 모델에서 출력된 전기스파크 발생 예측확률을 분할된 단위 프레임 따라 계산하여 융합한다. 이로 인해 높은 정확도의 전기스파크 감지 정밀도를 얻을 수 있으며, 이는 전기스파크에 의한 화재 이벤트 감지 있어서 효과적인 센싱 기술임을 알 수 있다.

Keywords : 지하공동구, 전기스파크, 화재감지, 음향

1. 서론

지하시설물은 복도식 구조물로 화재와 같은 재난이 발생할 경우, 대응시간이 부족하기 때문에 재난이 발생하기 이전에 비정상적인 상황을 이해하고 예측해 재난 발생을 억제하기 위한 예측과 예방이 중요하다. 기존에는 지하시설물의 상태를 CCTV 영상과 각종 센서(광센서, 진동센서 등)를 통한 데이터를 기반으로 시설물 및 설치된 설비의 이상 유무를 확인하는 시스템이 제안되고 있으나(김정수, 2020) 지하공간의 특성상 제한된 조명, CCTV의 제한된 설치 위치에 따른 분석의 한계가 발생할 수 있으며, 지하공간의 흔히 높은 습도, 먼지, 진동 등과 같은 환경적 영향으로 측정 결과에 영향을 줄 수 있다(윤동원, 2014). 이러한 기존 기술의 한계를 보완하기 위해서 시야각이 없기 때문에 설치가 비교적 자유롭고 광범위 감지가 가능한 음향센서를 기반으로 한 지하시설물 화재 위험감지 방법을 제안한다.

2. 본론

본 연구에서 전기스파크 감지를 위해서 2D-CNN 구조를 사용하고 magnitude spectrograms을 입력받는다. 전기스파크 감지 모델의 세부 구조는 그림 1과 같다. Conv Net은 총 4개의 2차원 컨볼루션 레이어와 1개의 GAP(Global Average Pooling) 레이어, 2개의 Dense 레이어로 구성되며 활성화 함수로 소프트맥스를 사용하여 예측 확률을 계산한다. 예측확률을 융합하기 위해 3초 이상으로 프레임을 분할하여 계산할 수 있다.

3. 결론

제안된 모델의 효율성을 평가하기 위해 Accuracy, Precision, Recall, F1-Score도 성능 평가 지표로 사용했다. 전체 정확도는 96.31%이며 이벤트감지 정밀도는 89.53%, 재현율은 99.76% 그리고 F1-score is 94.36%이다. 이는 지역적 특성이 비정상 음향과 정상 음향의 내부 특성을 포착할 수 있음을 나타낸다.

* 정회원 · 한국전자통신연구원 재난안전지능화융합센터 선임연구원 byungjin.lee@etri.re.kr

** 정회원 · 한국전자통신연구원 재난안전지능화융합센터 센터장 wsjung@etri.re.kr

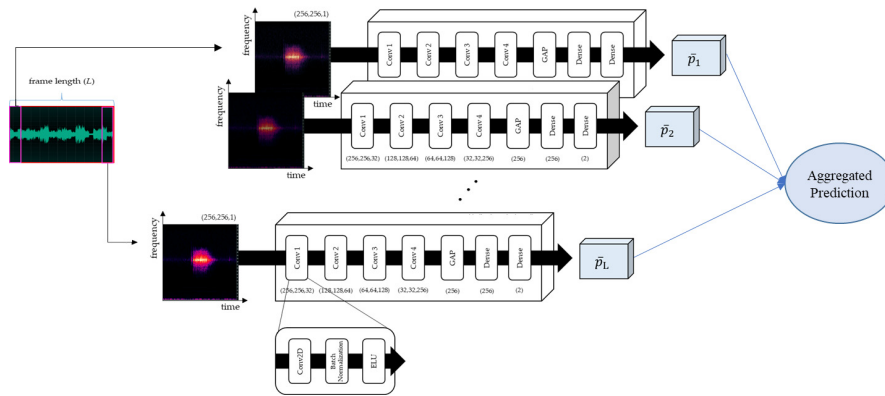


그림 1. 음향기반 전기스파크 감지 흐름도

표 1. 전기스파크 감지 시뮬레이션 결과

Precision	Recall	F1-score	Accuracy
0.8953	0.9976	0.9436	0.9631

감사의 글

이 논문은 2021년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 정보통신기획평가원의 지원을 받아 수행된 연구임 (No. 2020-0-00061, 디지털트윈 기반의 지하공동구 화재·재난 지원 통합플랫폼 기술개발).

참고문헌

- 김정수 (2020) 딥러닝 기반 지하공동구 화재 탐지 모델 개발: 학습데이터 보강 및 편향 최적화, 한국산학기술학회논문지, Vol. 21, No 12, pp.320-330,
 윤동원 (2014) 지하공동구 내부환경 측정을 통한 경로판별에 관한 연구, 한국생활환경학회지, Vol. 21, No. 6, pp.1014-1022