IoT센서와 영상 학습을 통한 조기 이상 탐지 시스템 설계

홍기대, 박치원 허의남*
경희대학교
{kidae92, bamtorrr, *johnhuh}@khu.ac.kr

Early Anomaly Dectection System Through IoT Sensor and Image Learning

Gi-Dae Hong, Chi-Won Park, Eui_Nam Huh*
Kyung hee University.

본 논문은 딥러닝 기반의 영상 인식 모델과 IoT 센서를 이용하여 조기 이상 탐지 시스템을 제안하였다. CCTV 영상을 통해 딥러닝 모델의 영상 인식 결과와 센서값에 LSTM 기술을 접목시켜 이를 기반으로 조기 이상을 판단한다. 이는 LSTM을 통한 이상 데이터 변화 추세를 감지하고 화재 감지 센서 위치가 화재 발생 위치와 거리가 떨어져 있을 경우, 탐지하는 시간이 늦을 수 있는 점을 Object Detecting 기술을 더해, 빠르고 정확한 이상 탐지를 돕는다.

Ⅰ. 서 론

화재감지 및 경보시스템의 설계 목표는 화재발생 초기 단계에서 화재징재를 발견 및 피난의 개시를 신속하게 통수하는 것이다. 하지만 화재감지기는 다양한 건물 및 환경에 설치되기 때문에 주위 온도를 포함한 다양한 환경적 측면을 심층적으로 고려하지 않으면 적절하게 감지하지 못하는 경우가 발생할 수 있다.[1]

최근 대형 물류센터 사고 화재의 경우에도 화재 감지기의 잦은 오작동으로 인해 근무자들의 안전불감증이 사고 규모를 키운 것으로 분석됐다.[2] 더 나아가 연기 또는 온도 감지로만 작동하는 화재 감지 시스템의 구식화 문제가 오작동으로 인한 안전불감증 상승 요인으로 볼 수도 있다. 또한 CCTV 화면에 연기와 화재가 감지 됐음에도 불구하고, 아무도 인지를 못한 것 또한 사고를 키웠다고 볼 수 있다.[3] 이에 따라 화재 경보기는 다양한 데이터를 바탕으로 실화재와 비화재를 정확하게 구분하고 이에 정확한 경보를 제공하는 것이 가장 중요한 관건이다.[4]

본 논문에서는 온도와 같은 단일 인자로 화재 감지를 하는 방법이 아닌, 온도 감지기에 LSTM(Long Short-Term Memory)의 접목과 딥러닝 기반의 영상 학습 기술을 이용하여, 신속하고 정확한 비상 상황 판단을 하는 조기 이상 탐지 시스템을 제안한다.

Ⅱ. 본론

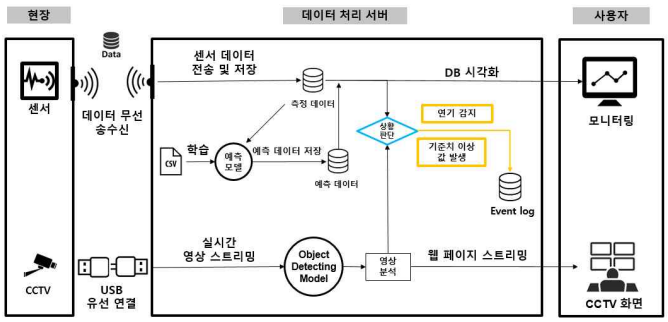
Ⅱ-1. 시스템 구조

그림 1은 조기 이상 탐지 시스템의 전체 구성도이다. 시리얼 통신을 지원하는 온, 습도 센서가 ZigBee RF 무선 송수신기를 통해 1초 간격으로 데이터를 전송하고, DB에 저장이 된다. 저장된 데이터는 LSTM 기반으로 학습된 모델을 통해 20개 단위로 10초 뒤 예측값을 생성 및 저장하는데 사용된다. 학습모델은 화재 발생과 같은 갑작스런 온도 변화를 예측 할 수 있도록 급격한 온도변화가 있는 데이터셋 10만개를 구축하여 학습시켰다.

측정된 데이터와 예측 데이터는 웹페이지를 통해 실시간으로 모니터링이 가능하다. 값의 기준은 정상, 관심, 주의, 경고, 심각 총 5단계로 구분하며 관심 값 이상부터는 Event log에 남는다.

설치된 CCTV는 실시간으로 해당 구역을 스트리밍한다. 스트리밍 영상은 Object Detecting Model을 통해 실시간으로 분석된다. 해당 모델은 연기가 찍힌 데이터셋[5]을 기반으로 학습 시켰다.

LSTM 예측 모델과 Object Detecting Model이 감지 및 분석한 결과를 토대로 조기 이상 탐지 시스템을 구현하였다.



〔그림 1〕 조기 이상 탐지 시스템 구조도

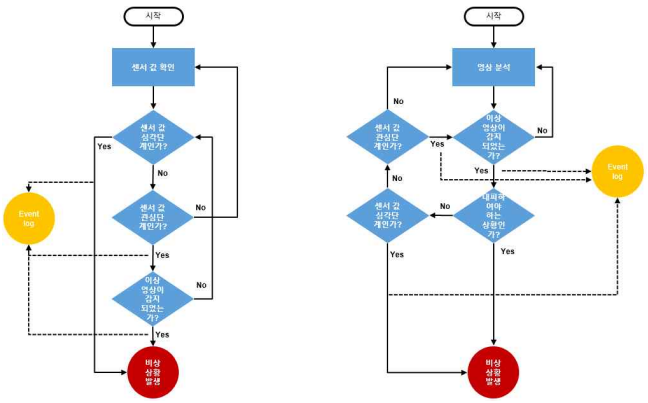
Ⅱ-2. 시스템 시나리오

그림 2는 본 논문에서 제안하는 시스템의 전체 흐름도(workflow)이며, 센서 데이터와 영상 분석 결과에 따른 두 개의 흐름도로 나뉜다.

먼저 측정 및 예측값은 정상, 관심, 주의, 경고, 심각 총 5단계로 분류된다. 그림 2 (좌)는 측정 및 예측값에서 먼저 이상 값이 탐지되었을 때의 시스템 흐름도이다. 데이터값이 위험단계로 측정될 경우 즉시 비상 상황 발생으로 판단한다. 관심 단계라면 이상 영상 감지 여부에 따라 상황 판단을 하며, 데이터 값이 관심 단계 이상에다가 연기가 감지되었다면 비상 상황 발생으로 판단한다. 이상 영상이 감지되지 않았다면 데이터 확인, 영상 분석 결과를 지속적으로 확인한다. 관심 값 이상값과 이상 영상 인식 결과들은 모두 Event log에 저장된다.

그림 2 (우)는 센서 위치에 따라 이상 영상이 먼저 감지되는 경우에 대한 흐름도이다. 이상 영상이 감지 된 경우, 연기의 크기에 따라 비상 상황으로 판단한다. 그렇기 않은 경우 센서 데이터를 참고하게 된다. 측정 및 예측 값이 심각 단계이면, 또한 비상 상황으로 판단하며 관심 값 이상 단계

면 이상 영상감지 여부 및 센서 값 단계를 주시하며 판단하게 된다.



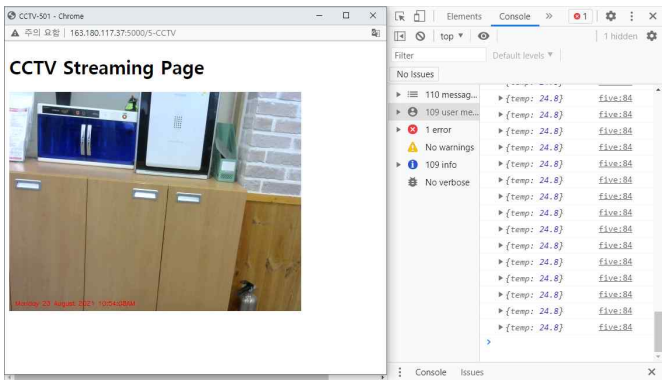
〔그림 2〕 (좌) 센서 데이터 시스템 흐름도
(우) 영상 분석 시스템 흐름도

Ⅱ-3. 화재감지 시스템 프로토타입

그림 3은 온/습도 센서 값과 LSTM의 예측 결과를 시각화 한 모습이다. 이는 실시간 값과 예측값이 저장되는 DB를 연동시켜 Grafana로 출력했으며, 이를 통해 해당 구역의 상태 및 변화를 쉽게 관찰할 수 있다.

〔그림 3〕 실시간 센서값과 예측값의 시각화

그림 4는 해당 구역 화면을 웹페이지로 띄워 실시간으로 모니터링을 할 수 있도록 구성했다. Logitech C270 웹캠을 사용했으며, Grafana와 별개로 CCTV 페이지에서 센서 데이터를 console log로 확인 할 수 있다. 이 웹캠을 통해 Object Detecting Model이 화염 및 연기를 감지하며, 영상 감지 결과와 센서 데이터를 기반으로 상황 판단을 한다.



〔그림 4〕 CCTV Streaming Page

Ⅲ. 결론

본 논문에서는 기존의 단일 센서에 의존한 화재 감지 방식을 보완하기 위해, 센서값을 활용한 LSTM 예측값과 딥러닝 기반의 영상 인식 결과를 기반으로 신속, 정확한 조기 이상 탐지 시스템을 소개하였다.

본 연구에서 가상 연기를 발생시켜 웹캠을 통해 실험을 해보았으나 작은 연기는 인식 정확도가 낮게 측정되었다. Object Detection Model 학습 데이터 셋이 대형 화재로 인해 발생한 연기를 바탕으로 진행하여, 정확도가 낮게 나온 것으로 예측된다. 연기의 크기, 색깔 등을 고려하여 다양한 데이터 셋을 바탕으로 인식 정확도가 높은 학습모델을 만들어 향후 연구를 추가 진행할 계획이다.

또한 화재 발생 인지를 판단 할 수 있는 요소는 온도를 포함한 CO2, CO 등 여러 요소가 존재한다. 다양한 센서를 활용하여, 화재 발생 시 복합적인 요소들의 연관성을 파악해 LSTM 학습을 한다면, 보다 정확한 조기 이상 탐지 시스템이 될 것으로 기대된다.

ACKNOWLEDGMENT

이 논문은 2021년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 정보통신기획평가원의 지원을 받아 수행된 연구임 (No. 2021-0-00818, 스마트 플랜트 이상상태 조기감지를 위한 머신러닝 기반 저대역 영상/통신 Edge Computing 시스템).

참 고 문 헌

[1] 최문수, 홍성호, 이상호, 박상태, 유송현 “가연물에 따른 화재감지기 응답특성에 관한 실험연구” 2011년도 추계학술논문발표회 논문집 p-32

[2] 한겨레 https://www.hani.co.kr/arti/area/capital/1004118.html ,2021-07-19

[3] 매일경제 https://www.mk.co.kr/news/society/view/2021/06/588449/ ,2021-06-17

[4] “신개념 화재 감지용 CO & CO2 멀티가스 감지기 개발” ㈜인바이런먼트 리딩 테크놀리지(이엘티) 한국소방산업기술원 kfi-2009-산지-008

[5] Wildfire Smoke Dataset, roboflow, 2020.10
https://public.roboflow.com/object-detection/wildfire-smoke/fork