

이동형 화재 감지 AI 알림 로봇 연구

이희성, 김경태*, 박재일**
아주대학교

kkaorssi@ajou.ac.kr, *qkwldqk@ajou.ac.kr, **jipark@ajou.ac.kr

Research on Mobile Fire Detection AI Alert Robot

Hwiseong Lee, Kyungtae Kim*, Jaeil Park**
Ajou Univ.

요약

이 연구는 객체 인식을 위해 열화상 카메라와 일반 카메라를 모두 사용하는 혁신적인 방식으로 화재 감지를 탐구합니다. 구현에는 실시간 알림 및 화재 경보를 위한 통신 모듈이 포함되어 있으며, 초기 목표는 신속한 화재 진압입니다. 이동형 로봇의 통합이 제안되어 설치 옵션의 범위를 확대하고, 화재 감지 시스템의 전체 효율성을 향상시킵니다.

I. 서론

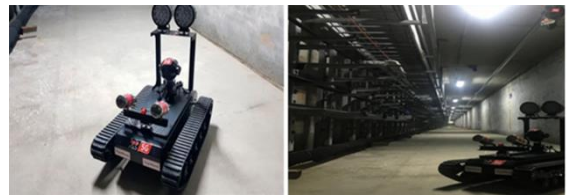
화재는 그 심각성으로 인해 빠른 탐지와 대응이 중요한 과제로 부각되고 있습니다. 이를 해결하기 위해 본 연구에서는 열화상 및 일반 카메라를 활용하여 화재를 감지하고 사물을 인식하는 시스템을 제안합니다. 또한, 통신 모듈을 통한 실시간 알림과 화재 경보 시스템을 구현하여 초기 화재진압을 목표로 합니다. 여기에 모바일 로봇을 활용하여 제한된 공간이 아닌 다양한 환경에서 사용할 수 있도록 합니다.

II. 시스템 설계

열화상 및 일반 카메라의 결합을 통해 화재와 주변 사물을 효과적으로 감지하기 위한 시스템을 구성하였습니다. 이를 통해 화재 발생 시 빠른 대응이 가능하도록 합니다.

통신 모듈을 활용하여 화재 감지 시 실시간으로 알림을 제공하고 화재 경보를 작동시킴으로써 주변 환경에 대한 신속한 대응을 도모합니다.

이동식 로봇의 도입은 사용자들에게 다양한 환경에서의 설치 옵션을 제공하고 화재 대응의 효율성을 높입니다. 또한, 로봇의 활용은 주거 공간이나 산업 현장에서 더 많은 활용 가능성을 제공하여 사용자들에게 다양한 선택 권한을 부여합니다.



[Fig.2] 모바일 로봇 사진

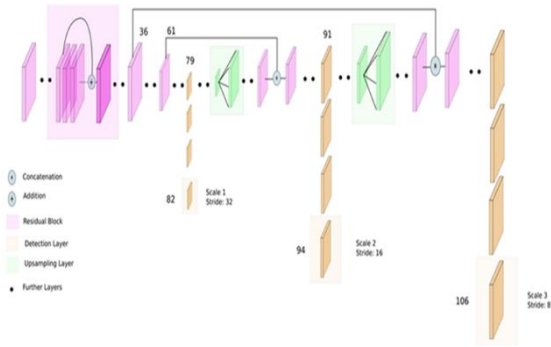


[Fig.1] 화재 감지 예시

III. 학습 및 실시간 데이터 처리 방법

학습 모델로는 빠른 학습 속도를 가지고 있으며, 2D Bounding Box 검출이 가능한 YOLOv3 를 선택하였고, Backbone 으로 Darknet-53 을 사용하였다.

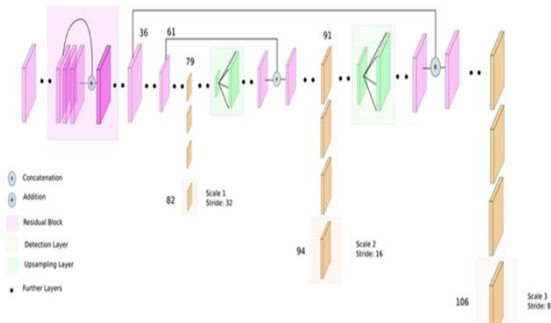
데이터 구축은 다음의 4 단계를 준수하였다. 먼저 데이터 수집 단계에서 학습 데이터는 KISA 인증기관 데이터, AI Hub, 온라인 화재영상 등에서 수집하였다. 다음으로 데이터 정제 단계에서는 데이터의 품질을 검증, 데이터 중복 확인, 제한 조건별 데이터 수 조정 등 유효성을 높이기 위한 정제를 진행하였다. 데이터 라벨링 단계에서는 객체(연기, 불꽃) 형태에 따라 bounding box 혹은 polygon 등으로 라벨링 하였다. 마지막으로 데이터 검사 단계에서는 학습된 모델의 성능 및 목표치를 체크하였다.



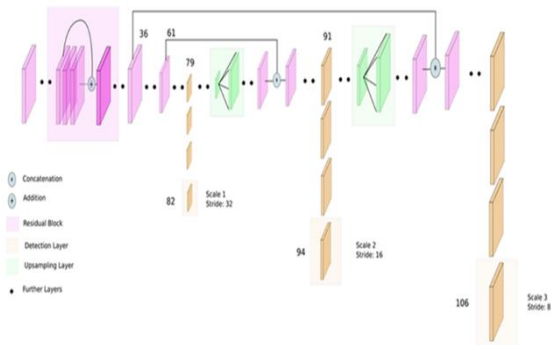
[Fig.3] 학습 알고리즘

모바일 로봇이 수집한 영상을 최대한 적은 지연시간으로 서버에 전송하기 위해 영상 디코딩 알고리즘을 구현하고 전송 프로그램을 개발하였다.

고속 영상 디코더는 압축된 영상을 디코드하여 최초 이미지 관측과 유사한 재생 영상을 제공하는 기술이다. 이 디코더는 실행 전장 디코더, 영상 처리 데이터베이스(DB)에 의해 실행된 처리 회로, 프레임 메모리, 그리고 피드백 버스를 포함한 다양한 구성 요소로 이루어져 있다. 영상 디코더는 먼저 실행 전장 디코딩을 통해 동작하며, 이후 오리지널 영상을 재생하기 위한 상호작용을 가능하게끔 설계하였다. 영상 전송에는 RTSP 를 이용하였다.



[Fig.4] 영상감시 시스템 데이터 처리 과정



[Fig.5] RTSP 전송 프로그램 흐름도

IV. 실험 결과

본 연구에서는 기능 목표치로 5 초 이내로 불꽃이나 연기를 감지하고 알람을 보내는 것으로 잡았다. 실험은 총 40 회 실시하였다. 감지시간은 화재 영상을 직접 확인하여 화재가 발생한 시간을 기록하고, 알람 로그와 비교하여 화재 발생부터 알람까지 몇 초가 걸렸는지 측정하였다.

실험 결과 40 회 모두 화재 혹은 연기를 감지하는데 성공하여 인식을 100%가 나왔다. 기능 목표치인 5 초

이내로 알람이 발생한 것은 38 회로 95%로 기능 목표치를 달성하였다.

V. 결론

본 연구에서는 열화상과 일반 카메라를 활용한 화재 감지 시스템을 설계하고 구현하였습니다. 이 시스템은 효과적인 화재 감지와 대응을 가능케 하며, 초기 진압을 목표로 하고, 화재 발생 시에는 인명 구조에 기여한다. 또한, 이동식 로봇의 도입으로 사용자들은 보다 효율적이고 안전한 방식으로 화재에 대처할 수 있게 되었습니다.

참고 문헌

- [1] A Redmon, J., & Farhadi, A. (2018). YOLOv3: An Incremental Improvement. arXiv:1804.02767 [cs.CV]. <https://arxiv.org/abs/1804.02767>
- [2] 한국정보기술학회 (2021). "A Study on the Fire Classification with the Mask-RCNN-based Detectron2." Proceedings of KIIT Conference 학술대회자료, 141-144. 2021년도 추계종합학술대회 및 대학생논문경진대회.
- [3] 김영준, 이상민, 김동현. (2020). 딥러닝 기반 화재 감지 및 다중 채널 알람 시스템 개발. 한국정보과학회 학술발표논문집, 63-71.
- [4] 장지호, 나기인, 신호철 (2022), "Trend of Technology for Outdoor Security Robots based on Multimodal Sensors", ETRI Journal, Vol. 37, No. 1, pp. 1-9
- [5] 김영준, 이상민, 김동현. (2020). 딥러닝 기반 화재 감지 및 다중 채널 알람 시스템 개발. 한국정보과학회 학술발표논문집, 63-71.
- [6] 나유민, 현동환, 박도현, 황세현, 이수홍 (2023). 재난안전 통신분야 국내외 현황 분석 및 활용사례 연구 국립재난안전연구원, 221-226.
- [7] Lim, K. and Kim, M. (2023), "A Study on Fire Detection, Prevention, and Suppression Methods for Lithium-ion Batteries", Journal of the Korean Society for Industrial and Applied Mathematics, Vol. 24, No. 6, pp. 556-563
- [8] 이상무, 김상훈 (2009), "이동로봇 기반의 지능적 움직임 감지 방법 연구", 한국컴퓨터게임학회논문지, Vol. 18, pp. 11-17
- [9] Christenson, M. and Pacheco, J. (2015), "Early fire detection using a multi-criteria decision making process", Fire Safety Journal, Vol. 72, pp. 14-21