

# 영상 기반 산악 재난 감지를 위한 객체인식 알고리즘 설계에 관한 연구

송제호\*, 황진현\*\*, 박의준\*\*\*

\*전북대학교 융합기술공학부(IT응용시스템공학)

\*\* (주)파로스

\*\*\*전북대학교 IT응용시스템공학과

e-mail:songjh@jbnu.ac.kr

## A Study on the Design of an Object Detection Algorithm for Video-based Mountain Disaster Detection

Je-Ho Song\*, Jin Heon Hwang\*\*, Eui-Jun Park\*\*\*

\*Dept. of Convergence Technology Engineering(IT Applied System Engineering),  
Jeonbuk National University

\*\*PHAROS Inc

\*\*Dpet. of IT Applied System Engineering, Jeonbuk National University

### 요 약

최근 산불 및 불법소각과 같은 산악 지역 재난의 발생 빈도가 증가함에 따라 재난 상황을 신속하게 감지하고 대응할 수 있는 영상 기반 감지 기술의 필요성이 증가하고 있다. 본 연구에서는 CCTV 영상 데이터를 활용하여 재난 상황을 자동으로 감지하기 위한 객체인식 알고리즘 중심의 영상 처리 기술을 설계하였다. 제안된 시스템은 RTSP 기반 영상 스트리밍 환경을 통해 다수의 CCTV 영상 데이터를 실시간으로 수집하고, 딥러닝 기반 객체인식 알고리즘을 적용하여 영상 내 불꽃과 연기 객체를 자동으로 탐지하도록 구성하였다. 또한 객체가 감지된 영역을 자동으로 확대하여 재인식하는 영상 처리 방법과 다중 객체인식 결과를 비교하는 방식을 적용하여 객체 인식 정확도와 안정성을 향상시키고자 하였다. 본 논문에서 제안한 영상 기반 객체인식 알고리즘은 산악 지역 재난의 조기 감지와 신속한 대응을 가능하게 하며, 향후 무인 감시 시스템 및 지능형 재난 관리 기술에 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

### 1. 서론

최근 기후 변화와 이상기후의 영향으로 산불, 산사태, 불법소각 등 산악 지역에서 발생하는 재난의 빈도가 증가하고 있으며, 이에 따른 인명 및 재산 피해 또한 확대되고 있다.[1,2] 이러한 재난은 초기 단계에서 신속하게 감지하지 못할 경우 피해가 급격히 확산되는 특성을 가지므로, 재난 발생 여부를 조기에 인식하고 대응할 수 있는 실시간 감지 기술의 중요성이 더욱 강조되고 있다.

기존의 재난 감지 방식은 주로 온도나 연기 농도와 같은 물리적 센서 정보를 기반으로 이루어져 왔으나, 감지 범위가 제한적이고 환경 변화에 따라 오탐지나 지연 반응이 발생할 수 있는 한계를 가진다. 이에 따라 최근에는 CCTV 영상 데이터를 활용하여 불꽃과 연기와 같은 재난의 시각적 특징을 직접 분석하는 영상 기반 감지 기술이 주목받고 있으며, 인공지능 기반 객체인식 알고리즘을 적용함으로써 감지 정확도와 대응 속도를 동시에 향상시키려는 연구가 활발히 진행되고 있다.

특히 딥러닝 기반 객체인식 알고리즘인 YOLO는 객체의 위치와 종류를 동시에 예측할 수 있어 처리 속도가 빠르고 실시간 영상 분석에 적합한 특징을 가진다. 또한 영상 데이터는 RTSP 기

반 스트리밍 기술을 통해 원격 서버로 실시간 전송될 수 있어 다수의 감시 지점을 동시에 모니터링하는 통합 관제 환경을 구현할 수 있다.

이에 본 논문에서는 산악 지역에서 발생할 수 있는 재난 상황을 영상 기반으로 신속하게 감지하기 위하여 객체인식 알고리즘을 중심으로 한 영상 처리 기술을 설계하였다. 제안된 알고리즘은 CCTV를 통해 수집된 영상 데이터를 실시간으로 분석하여 불꽃과 연기와 같은 재난 관련 객체를 자동으로 탐지할 수 있도록 구성하였으며, 다양한 환경 조건에서도 안정적인 감지 성능을 확보하고자 하였다.

### 2. 본론

본 연구에서는 산악 지역에서 발생할 수 있는 산불 및 불법소각과 같은 재난 상황을 영상 기반으로 신속하게 감지하기 위하여 CCTV 영상 데이터를 활용한 객체인식 알고리즘을 중심으로 영상 처리 시스템을 설계하였다. 제안된 시스템은 현장에 설치된 CCTV로부터 영상 데이터를 실시간으로 수집하고, 이를 객체인식 알고리즘을 통해 분석하여 재난 발생 여부를 자동으로 판단하도록 구성하였다. 특히 영상 데이터의 안정적인 수집과 처리 성

능 확보를 위해 RTSP 기반 영상 스트리밍 환경을 구축하였으며, 다수의 CCTV 영상 데이터를 동시에 처리할 수 있도록 프로그램 구조를 설계하였다.

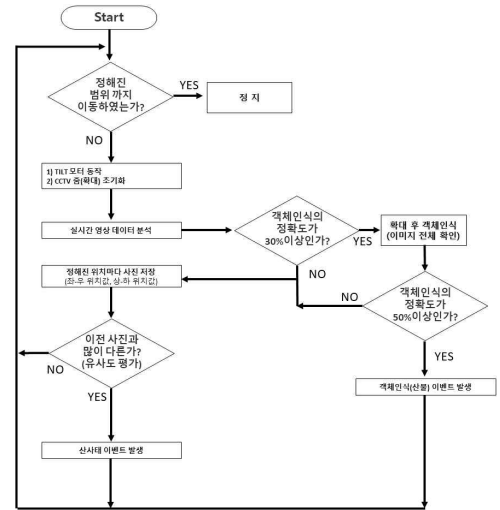
영상 데이터 수집을 위해 본 시스템에서는 RTSP(Real Time Streaming Protocol) 기반 통신 방식을 적용하였다. RTSP는 네트워크를 통해 실시간으로 영상 데이터를 송수신할 수 있는 표준 프로토콜로, 현장에 설치된 CCTV로부터 영상 데이터를 서버로 전송하는 데 사용된다. 본 시스템에서는 MJPEG 및 H.264 방식의 영상 스트리밍을 지원하도록 구성하였으며, 각 CCTV의 메인 스트림과 서브 스트림을 동시에 처리할 수 있도록 설계하였다. 이러한 구조를 통해 다수의 현장에서 수집되는 영상 데이터를 안정적으로 전송하고, 중앙 서버에서 실시간으로 분석할 수 있도록 하였다. 또한 CCTV 접속 시 인증 절차를 적용하여 영상 데이터의 보안성과 안정성을 확보하였으며, 영상 스트리밍 상태를 지속적으로 모니터링하여 연결이 중단될 경우 자동으로 재접속하도록 구현하였다.

수집된 영상 데이터는 객체인식 알고리즘을 통해 실시간으로 분석되도록 구성하였다. 본 연구에서는 객체인식 모델로 딥러닝 기반 알고리즘인 YOLO(You Only Look Once)를 적용하였다. YOLO 알고리즘은 입력된 영상 데이터를 하나의 신경망에서 동시에 처리하여 객체의 위치와 종류를 예측할 수 있는 특징을 가지며, 처리 속도가 빠르고 실시간 영상 분석에 적합한 장점을 가진다. 이러한 특성으로 인해 산불이나 불법소각과 같이 빠른 대응이 필요한 재난 감시 시스템에 효과적으로 적용할 수 있다.

객체인식 모델의 학습을 위해 불꽃과 연기와 관련된 영상 데이터를 수집하여 데이터셋을 구성하였으며, 약 2,000장의 이미지 데이터를 레이블링하여 학습에 활용하였다.[3.4] 학습 환경은 GPU 기반 연산 환경으로 구축하였으며, CUDA 및 CuDNN 라이브러리를 적용하여 연산 속도를 향상시켰다. 또한 영상 입력 크기를 일정한 해상도로 설정하고 학습 파라미터를 조정함으로써 객체 인식 정확도와 처리 속도의 균형을 확보하도록 하였다. 이러한 학습 과정을 통해 객체인식 모델은 영상 내에서 불꽃과 연기 객체를 실시간으로 탐지하고 해당 위치를 화면에 표시할 수 있도록 구성하였다.

산악 지역과 같이 넓은 감시 영역을 가지는 환경에서는 영상 내 객체의 크기가 작게 나타나는 경우가 많아 객체 인식 정확도가 저하될 수 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해 본 연구에서는 객체가 감지된 영역을 자동으로 확대하여 재인식하는 영상 처리 알고리즘을 적용하였다. 초기 영상에서 객체가 일정 수준 이상의 확률로 감지되면 해당 위치를 기준으로 카메라의 팬-틸트 모터를 구동하여 해당 영역을 확대하고, 확대된 영상에 대해 다시 객체 인식을 수행하도록 구성하였다. 이를 통해 작은 크기의 객체에 대한 인식 정확도를 향상시키고 오탐지 가능성을 줄일 수 있도록 하였다. 그림 1은 이러한 객체 인식 정확도 향상을 위한 팬모터

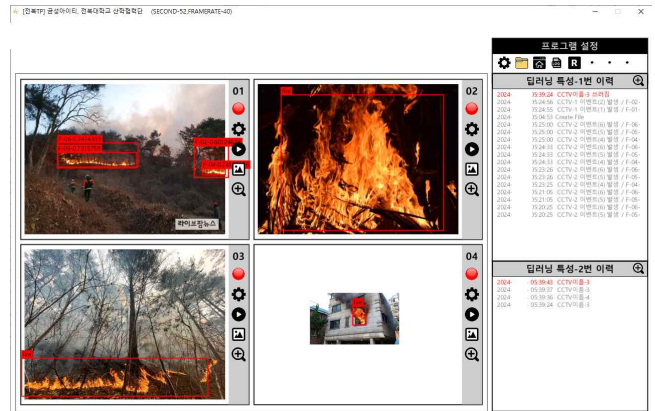
구동 알고리즘을 나타낸 것이다.



[그림 1] 팬모터 구동 알고리즘

또한 객체 인식 정확도를 향상시키기 위한 방법으로 다중 객체 인식 결과를 비교하여 최종 판단을 수행하는 방식도 적용하였다. 동일한 영상 데이터를 서로 다른 학습 조건을 가진 객체인식 모델에 입력하여 각각의 인식 결과를 도출한 후, 가장 높은 인식 확률을 가지는 결과를 최종 판단 기준으로 사용하도록 구성하였다. 이러한 방식은 단일 모델 기반 인식보다 안정적인 인식 결과를 얻을 수 있으며, 다양한 환경 조건에서 객체 인식 성능을 향상시키는 데 효과적인 방법으로 활용될 수 있다.

제한된 영상 처리 알고리즘은 다수의 CCTV 영상 데이터를 동시에 처리할 수 있도록 설계되었으며, 그림 2와 같이 최대 4개의 영상 화면을 동시에 분석할 수 있는 구조로 구현하였다. 또한 객체가 감지된 경우 해당 이벤트를 기록하고 사용자에게 시각적으로 표시할 수 있도록 프로그램을 구성하여 실제 현장 환경에서의 활용 가능성을 높였다. 이러한 영상 처리 구조는 산악 지역과 같이 넓은 감시 영역을 가지는 환경에서 재난 발생 여부를 신속하게 판단하고 대응할 수 있는 기반 기술로 활용될 수 있다.



[그림 2] 객체인식 프로그램

### 3. 결론

본 연구에서는 산악 지역에서 발생할 수 있는 산불 및 불법소각과 같은 재난 상황을 신속하게 감지하기 위하여 CCTV 영상 데이터를 기반으로 한 객체인식 알고리즘 중심의 영상 처리 기술을 설계하였다. 제안된 시스템은 RTSP 기반 영상 스트리밍 환경을 통해 다수의 CCTV 영상 데이터를 실시간으로 수집하고, 딥러닝 기반 객체인식 알고리즘을 적용하여 영상 내 불꽃과 연기 객체를 자동으로 탐지할 수 있도록 구성하였다.

또한 넓은 감시 영역에서 작은 객체의 인식 정확도가 저하되는 문제를 개선하기 위해 객체가 감지된 영역을 자동으로 확대하여 재인식하는 영상 처리 방법을 적용하였으며, 다중 객체인식 결과를 비교하여 최종 판단을 수행하는 구조를 통해 인식 안정성을 향상시키고자 하였다. 이러한 영상 처리 알고리즘은 실시간 감시 환경에서 객체 인식 정확도와 처리 효율을 동시에 확보할 수 있는 구조로 설계된 것이 특징이다.

본 연구에서 제안한 영상 기반 객체인식 알고리즘은 산악 지역 재난의 조기 감지와 신속한 대응을 가능하게 하며, 향후 무인 감시 시스템 및 지능형 재난 관리 시스템 구축에 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

#### 참고문헌

- [1] 산림청, “올해산불통계 2025”, [Internet], Available From: <https://fd.forest.go.kr/ffas/pubConn/movePage/sub3.do>, (accessed April 24, 2025)
- [2] 산림청, 2024년 산불통계연보, 통계 보고서, 산림청, 대한민국, pp. 123
- [3] 김효준, 이동찬, 장준영, 박성배, 이찬우, “화재 대응을 위한 불꽃 인식 시스템 연구”, 한국정보과학회 학술발표논문집, pp.1369-1371, 2020
- [4] 김광주, 장인수, 임길택, “산불 연기 데이터셋 구축 및 심층 신경망 기반 검출 기술 비교 분석”, 한국통신학회 학술발표논문집, pp.1172-1173