

# 산불 및 재난 예방과 대응을 위한 산악안전시스템 설계에 관한 연구

송제호\*, 곽표성\*\*, 박의준\*\*\*

\*전북대학교 융합기술공학부(IT응용시스템공학), 스마트 그리드 연구 센터

\*\*금성아이티

\*\*\*전북대학교 IT응용시스템공학과

e-mail:songjh@jbnu.ac.kr

## A Study on the design of a mountain safety system for prevention and response to wildfires and disasters

Je-Ho Song\*, Pyo-Sung Gwak\*\*, Eui-Jun Park\*\*\*

\*Dept. of Convergence Technology Engineering(IT Applied System Engineering),  
Smart Grid Research Center, Chonbuk National University

\*\*GOLDSTAR IT Inc

\*\*\*Dept. of IT Applied System Engineering, Chonbuk National University

### 요약

본 논문에서는 산악 지역에서 발생하는 산불, 불법소각, 산사태와 같은 재난을 예방하고 대응하기 위한 산악안전시스템을 제안한다. 본 시스템은 센서 데이터와 CCTV 영상 데이터를 활용하여 산불과 불법소각, 산사태의 발생을 실시간으로 감시하고, 발생 시 빠르게 대응할 수 있도록 하였다. 산악안전시스템은 객체인식 기술을 활용한 센서 및 계측기를 통해 실시간 데이터 수집과 분석이 가능하며, 산불과 불법소각을 효율적으로 감지하기 위해 불꽃 및 연기에 대한 객체인식을 적용하였으며, 산사태의 조짐을 감지하기 위해 구조물 경사계, 지중 경사계, 하중계, 지표 변위계 등의 센서를 활용하였다. 수집된 데이터는 관계 프로그램을 통해 실시간으로 모니터링되며, 필요 시 주민에게 경고 및 대피 안내를 제공할 수 있도록 하였다. 또한, 관계 프로그램은 지도 기반으로 구성되어 현장의 상황과 데이터 이력을 사용자가 손쉽게 파악할 수 있도록 하였다. 결과적으로, 산악안전시스템은 산악 지역에서의 재난 발생을 사전에 감지하고 빠르게 대응함으로써 인명과 재산 피해를 최소화하는데 효과적으로 기여할 것으로 기대된다.

## 1. 서론

현대에 접어들어 세계 곳곳에는 기후 변화로 인하여 각종 재해가 급증하고 있다. 우리나라는 국토의 62.7%가 산악 지역으로 산지와 관련된 재해가 자주 발생한다.[1] 산악 지역에서 발생하는 산불과 산사태와 같은 재난은 발생하면 재산 및 인명 피해가 심각하고, 대처가 어렵다. 따라서, 이러한 재난은 미리 감지하고 예방하는 것이 중요하다.

산불의 주요 원인을 차지하는 것은 입산자 실화 및 쓰레기 불법소각이며 전체 원인의 55%를 차지한다.[2] 이처럼 불법소각은 산불의 원인이 될 수도 있으며, 소각처리시설에서 소각하는 것보다 유해대기오염물질의 배출도 증가하여 환경에 큰 피해를 끼치지만 인식 부족으로 인하여 여전히 빈번하게 발생하는 실정이다.

또한, 집중호우나 태풍 등의 영향으로 인하여 산사태의 발생 빈도가 늘어나고 있으며, 피해 규모 또한 함께 증가하고

있다.[3] 이처럼 산불, 불법소각, 산사태와 같은 재해는 미리 예방하고 감시하여 발생했을 때 빠르게 대처하는 것이 중요하다.

따라서, 본 논문에서는 산악 지역에서 발생할 수 있는 산사태, 산불 등의 재해를 방지하고자 산악안전시스템을 제안한다. 산악안전시스템은 센서 데이터와 CCTV 영상 데이터를 이용하여 산불·불법소각, 산사태의 발생을 감시한다. 수집된 데이터는 서버에서 분석되어 산불 및 산사태 발생 여부를 판단하고, 재난이 발생했을 경우 사용자에게 이를 알려 즉시 대처가 가능하도록 하고자 하였다.

## 2. 본론

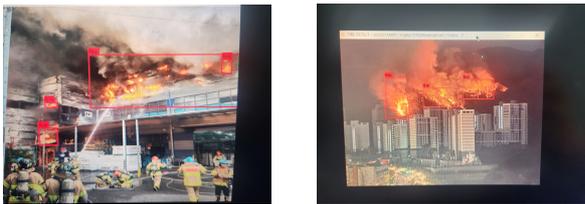
산악안전시스템은 산불과 불법소각, 산사태와 같은 재난 상황을 감시하고 현장 계측기를 통하여 데이터를 수집하고자 하였다. 산악안전시스템은 기존의 시스템과는 달리, 센서 데이터와 추가로 영상 데이터를 활용하여 인공지능 객체인식 기술을 적용하고자 하였다.[4] 불꽃 및 연기의 객체인식을 통

하여 산불 및 불법소각의 감지의 정확도를 더욱 향상시키고자 하였다.[5] 그림 1은 산악안전시스템의 개요도를 나타낸 것이다.

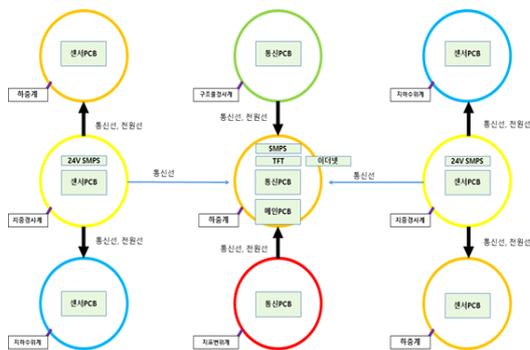


[그림 1] 산악안전시스템 개요도

객체인식 기술을 적용한 계측기는 감지 거리 내에서 전방향이 모두 감시가 가능하도록 PAN 모터를 이용하고자 하였다. 카메라의 인지 범위는 약 500 m 이내를 감지할 수 있도록 하고자 하였으며, RSTP를 이용하여 현장의 영상을 실시간으로 볼 수 있도록 하였다. 그림 3은 산악 지역의 산불 및 불법소각 감지를 위한 인공지능 객체인식 테스트 화면이다. 객체인식 엔진은 YOLO-v4를 사용하였으며, 구글 코랩과 데이터셋 등을 이용하여 연기 및 불꽃이 존재하는 화재 이미지에 대하여 트레이닝하였다.



[그림 2] 산사태 감지 센서 구성도



[그림 3] 산사태 감지 센서 구성도

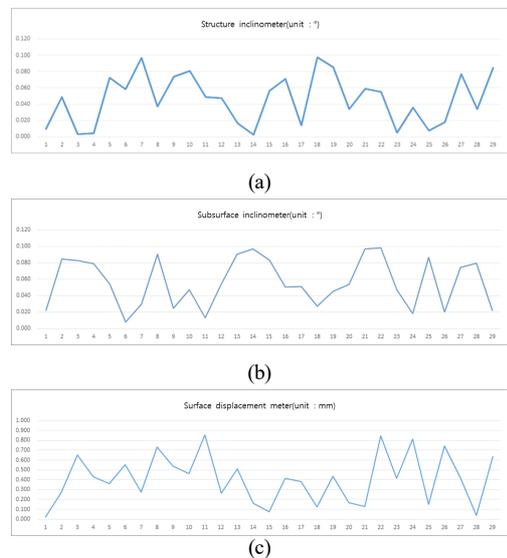
그림 3은 산사태 감지 센서 구성도를 나타낸 것이다. 산사태 감지 센서는 구조물 경사계와 지중 경사계, 하중계, 지표 변위계로 구성되어 있으며 실시간으로 데이터를 측정한다. 하중계는 토사량의 무게를 측정하여 분석하고, 지중 경사계와 구조물 경사계는 지표면과 땅속의 경사를 실시간으로 측정한다. 지표 변위계는 지표의 변위에 변동이 있는지 측정한다.

다. 산악안전시스템은 산사태 감지 센서를 통해 산사태의 조짐이 보이면 즉시 관리자에게 알림을 보내어 산사태를 미리 예방할 수 있도록 하였다.



[그림 4] 현장 설치된 산사태 감지 센서

그림 4는 실제 현장에 산사태 감지 센서를 설치한 모습이다. 산사태 감지 센서를 직접 설치하여 한 달 동안 데이터를 수집하였고, 결과값은 그림 5에 나타내었다.



[그림 5] 산사태 감지 센서 데이터 그래프  
(a) 구조물 경사계 (b) 지중 경사계 (c) 지표 변위계

그림 5의 (a)는 구조물 경사계, (b)는 지중 경사계, (c)는 지표 변위계의 데이터를 나타낸 그래프이며, 세 그래프의 x축은 날짜(일)를 나타낸다. 구조물 경사계와 지중 경사계 그래프의 y축은 전날 대비 변화한 경사(각도)값을 나타내고, 지표 변위계 그래프의 y축은 전날 대비 변위값을 나타낸다.

산사태 감지 센서의 계측 값에 따른 주민 대피 권고 기준은 관심, 주의, 경계, 심각 4단계로 나누어지며 경계 이상 단계부터 인근 주민들에게 대피 명령이 내려진다. 수집된 데이터를 권고 기준과 비교하였을 때 구조물 경사계와 지중 경사계 값은 주의 단계를 넘지 않았고, 지표 변위계 값은 관심 단계 이내의 값을 만족하였다. 따라서, 산사태 감지 센서가 설치된 현장은 산사태의 위험성이 없다고 판단할 수 있다.

또한, 현장 계측기를 통하여 수집된 산불, 불법소각, 산사태와 관련된 데이터는 산악안전시스템 관제 프로그램을 이용하여 확인할 수 있도록 하고자 하였다.



[그림 6] 산악안전시스템 관제 프로그램 터치패널 구성

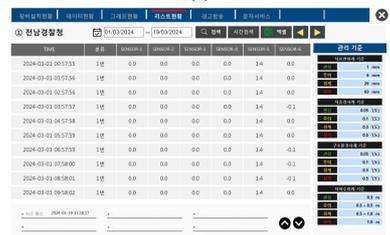


[그림 7] 산악안전시스템 관제 프로그램 메인 페이지

그림 6은 산악안전시스템 관제 프로그램의 터치패널 구성을 나타낸 것이고, 그림 7은 산악안전시스템 관제 프로그램의 메인 페이지를 나타낸 것이다. 산악안전시스템 관제 프로그램은 지도 기반의 API를 활용하여 현장의 현재 상태를 손쉽게 알아볼 수 있도록 하였으며, 계측기를 통해 수집된 데이터는 관제 프로그램을 통하여 그래프와 리스트 형태로 나타낼 수 있도록 하였다.



(a)



(b)

[그림 8] 산악안전시스템 관제 프로그램 데이터 표시 화면

본 논문에서는 산악 지역에서 발생할 수 있는 산불, 불법소각, 산사태와 같은 재난을 예방하고 대처하기 위한 산악안전시스템을 제안하였다. 산악안전시스템은 센서 데이터와 CCTV 영상 데이터를 활용하여 산불과 불법소각, 산사태의 발생을 실시간으로 감지하고, 재난이 발생하였을 때 빠르게 대처할 수 있도록 설계하였다.

산악안전시스템은 객체인식 기술을 활용한 센서 및 계측기를 통해 실시간 데이터 수집과 분석이 가능하다. 산불과 불법소각을 감지하기 위해 불꽃 및 연기에 대한 객체인식을 적용하였으며, 산사태의 조짐을 감지하기 위해 구조물 경사계, 지중 경사계, 하중계, 지표 변위계 등의 센서를 활용하였다.

수집된 데이터는 관제 프로그램을 통하여 실시간으로 모니터링되며, 필요 시 주민에게 경고 및 대피 안내를 제공할 수 있다. 산악안전시스템 관제 프로그램은 지도 기반으로 구성되어 현장의 상황과 데이터 이력을 사용자가 쉽게 파악할 수 있도록 하였다.

결과적으로, 산악안전시스템은 산악 지역에서의 재난 발생을 사전에 감지하고 빠르게 대응함으로써 인명과 재산 피해를 최소화하는 데 기여할 것으로 기대된다.

참고문헌

- [1] 산림청, 2022년 산림기본통계, 통계 보고서, 산림청, 대한민국, pp. 9
- [2] 산림청, 2023년 산불통계연보, 통계 보고서, 산림청, 대한민국, pp. 121
- [3] 산림청, 최근 10년 산사태 발생 추이 [Internet], Available From: <https://sansatai.forest.go.kr/intro/progress.do> (accessed March 7, 2024)
- [4] 김효준, 이동찬, 장준영, 박성배, 이찬우, “화재 대응을 위한 불꽃 인식 시스템 연구”, 한국정보과학회 학술발표논문집, pp.1369-1371, 2020
- [5] 김광주, 장인수, 임길택, “산불 연기 데이터셋 구축 및 심층 신경망 기반 검출 기술 비교 분석”, 한국통신학회 학술발표논문집, pp.1172-1173
- [6] 산림청, 2021년도 전국 산사태예방 종합대책, 정책 보고서, 산림청, 대한민국, pp.27

본 연구는 (재)전북테크노파크의 2023년 전라북도 혁신성장 R&D+사업 기술개발사업 지원에 의한 연구수행 결과물임을 밝힙니다. [과제명 : 인공지능형(AI) 산불, 불법소각, 재난 예방을 위한 산악안전시스템 개발]

3. 결론