

근적외선 카메라 기반 야간 객체 탐지 및 로드킬 예방 경고 시스템

손예슬, 신수용*

국립금오공과대학교

k40007198@gmail.com, wdragon@kumoh.ac.kr

A Near-Infrared Camera - Based Nighttime Object Detection and Roadkill Prevention Warning System

Son Ye Seul, Shin Soo Young*

Kumoh National Institute of Technology

요약

본 논문에서는 증가하는 로드킬 문제를 해결하기 위해 드론 영상 기반 객체 인식 기술과 모바일 애플리케이션을 연동한 능동형 로드킬 예방 시스템을 제안하였다. 로드킬 발생 빈도가 높은 고양이를 주요 탐지 대상으로 설정하고, 약 3,000장의 영상 데이터를 활용하여 YOLOv11 모델을 학습하였다. 학습된 모델을 드론 영상에 적용하여 실시간 야생동물 탐지를 수행하고, GNSS 기반 위치 정보를 서버로 전송하여 탐지 위치의 정확성을 검증하였다. 또한 탐지 결과를 모바일 애플리케이션을 통해 운전자에게 실시간 경고 알림으로 제공함으로써 실제 주행 환경에서의 활용 가능성을 확인하였다. 본 연구는 기존 고정형 로드킬 예방 대책의 한계를 보완할 수 있는 실용적인 사고 예방 방안을 제시한다.

I. 서론



그림 1 최근 5년간(2018~2022년) 로드킬 발생 현황

교통망 확충과 도시화의 지속으로 인간의 생활 영역은 점차 자연 생태계와 중첩되고 있으며, 이로 인해 도로를 중심으로 한 야생동물 교통사고, 즉 로드킬(Roadkill) 발생 위험이 증가하고 있다. 환경부 및 국토교통부 자료에 따르면, 전국 로드킬 발생 건수는 2018년 16,812건에서 2022년 63,989건으로 약 3.8배 증가하며 최근 급격한 상승 추세를 보이고 있다[그림 1]. 이러한 증가는 도로망 확장으로 인한 서식지 단절과 야생동물 이동 경로와 도로의 중첩에서 기인한 것으로 분석된다.

현재 로드킬 예방 대책은 울타리나 경고 표지판과 같은 고정형 시설물에 주로 의존하고 있으나, 탐지 사각지대와 실시간 대응의 한계로 인해 예방 효과가 제한적이다. 이에 따라 야생동물 출현을 실시간으로 인식하고 운전자에게 즉각적인 경고를 제공할 수 있는 능동형 시스템의 필요성이 제기되고 있다.

본 연구에서는 객체 인식 기반 로드킬 예방 시스템을 제안하며, 이를 위해 먼저 야생동물 탐지 성능 향상을 위한 데이터셋 구축 및 모델 학습을 수행하였다. 로드킬 발생 비율이 높은 고양이(Cat)를 주요 탐지 대상으로

설정하고, 약 3,000장의 영상 데이터를 수집·가공하여 YOLOv11 모델을 학습하였다. 이후 학습된 모델을 드론 영상에 적용하여 야생동물 탐지를 수행하고, 고양이가 탐지될 경우 해당 정보를 모바일 애플리케이션을 통해 운전자에게 실시간 경고 알림으로 전달함으로써, 실제 주행 환경에서 활용 가능한 로드킬 예방 시스템을 구현하였다.

II. 본론

2.1 시스템 개요

본 연구에서 제안하는 로드킬 예방 시스템은 드론, 객체 인식 모델, 모바일 애플리케이션으로 구성된다. 드론은 도로 인근을 비행하며 실시간 영상을 수집하고, 해당 영상은 객체 인식 모델을 통해 야생동물 탐지에 활용된다. 탐지된 정보는 서버로 전송되며, 서버에서 모바일 애플리케이션으로 전달되며, 운전자에게 경고 알림 형태로 제공된다. 이를 통해 야생동물 출현 상황을 사전에 인지하고 사고를 예방할 수 있도록 설계하였다.

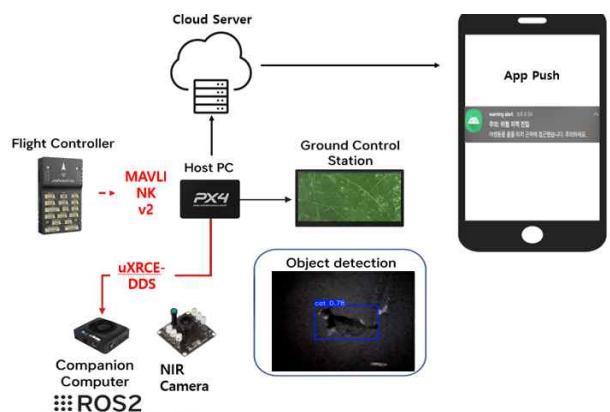


그림 2 시스템 구성도

2.2 데이터 구축 및 모델 학습

본 연구에서는 도심 및 도로 인근에서 고양이로 인한 로드킬 발생 빈도

가 상대적으로 높기 때문에 고양이를 주요 탐지 대상으로 설정하였다. 약 3,000장의 고양이 영상 데이터를 수집하였으며, 다양한 환경 조건(·야간, 거리 변화, 배경 차이)을 고려하여 데이터 가공 및 라벨링을 수행하였다. 구축된 데이터셋을 기반으로 YOLOv11 모델을 학습하였으며, 실시간 탐지가 가능한 경량화 모델 구조를 활용하여 드론 영상에 적용 가능하도록 하였다. 학습 결과, 다양한 환경에서도 고양이 객체를 안정적으로 탐지할 수 있음을 확인하였다.

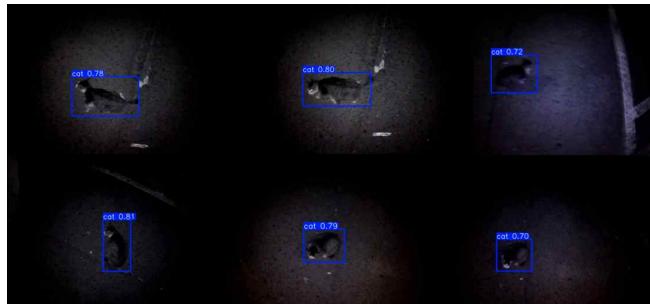


그림 3 YOLOv11 야간 객체 탐지 결과

2.3 실시간 탐지 및 경고 알림 구현

학습된 YOLOv11 모델을 드론 영상에 적용하여 실시간 야생동물 탐지를 수행하였다. 드론 영상에서 고양이가 탐지될 경우, 해당 시점에 수신된 GNSS 로그를 서버로 전송하여 위도(latitude), 경도(longitude), 고도(altitude) 정보를 저장한다. 수집된 좌표 데이터는 삼진수 형식으로 변환한 후, 구글 지도 기반 시각화 도구를 활용하여 지도상에 마커 형태로 표시함으로써 탐지 위치를 확인하였다. 또한 GNSS 좌표 정보의 정확성을 검증하기 위해 maps.google.com/?q=lat,lon 형식의 URL을 생성하여 지도 상의 위치와 실제 드론 촬영 위치 간의 일치 여부를 비교하였다. 이를 통해 객체 탐지 시점의 위치 정보가 도로 인근 환경과 정확히 대응함을 확인하였으며, GNSS 기반 위치 정보가 로드킬 발생 가능 지점 식별에 유효함을 검증하였다. 서버로 전송된 탐지 및 위치 정보는 모바일 애플리케이션으로 전달되어 운전자에게 실시간 경고 알림으로 제공된다. 이를 통해 운전자는 도로 전방의 위험 요소를 사전에 인지할 수 있으며, 감속 및 주의 운전을 통해 사고 발생 가능성을 감소시킬 수 있다.

본 시스템은 단순 탐지에 그치지 않고, 실제 운전자에게 정보를 전달하는 구조로 구현되어 기존의 고정형 로드킬 예방 대책 대비 실용성이 높다는 특징을 가진다.



그림 4 GNSS 좌표 기반 야생동물 탐지 위치 시각화 및 반경 기반 경고 알림 방식

III. 결론

본 연구에서는 드론 영상 기반 객체 인식 기술과 모바일 애플리케이션을 연동한 능동형 로드킬 예방 시스템을 제안하고 구현하였다. 고양이를 주요 탐지 대상으로 설정하여 약 3,000장의 영상 데이터를 활용한 데이터셋 구축 및 YOLOv11 모델 학습을 수행하였으며, 이를 드론 영상에 적용하여 실시간 야생동물 탐지가 가능함을 확인하였다. 또한 탐지 결과를 모바일 애플리케이션을 통해 운전자에게 실시간 경고 알림으로 제공함으로써, 실제 주행 환경에서 활용 가능한 시스템을 구현하였다.

제안한 시스템은 기존의 고정형 시설물 중심의 로드킬 예방 방식이 가지는 한계를 보완할 수 있으며, 실시간 대응이 가능한 능동형 사고 예방 수단으로 활용 가능성이 높다. 향후 연구에서는 다양한 야생동물 종으로 탐지 대상을 확장하고, 탐지 정확도 향상 및 경고 알림의 신뢰성 강화를 통해 시스템의 실용성을 더욱 높일 수 있을 것으로 기대된다.

ACKNOWLEDGMENT

“본 연구는 과학기술정보통신부 및 정보통신기획평가원의 대학ICT연구센터사업의 연구결과로 수행되었음” (IITP-2025-RS-2024-00437190, 50%)

이 성과는 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(RS-2025-00553810, 50%)

참 고 문 헌

- [1] 환경부, 「야생동물 교통사고(로드킬) 발생 현황」, 환경부 통계자료, 2022.
- [2] 국토교통부, 「도로 교통량 조사 및 교통사고 통계 연보」, 국토교통부, 2022.
- [3] Tang, G., Ni, J., Zhao, Y., Gu, Y., & Cao, W., “A Survey of Object Detection for UAVs Based on Deep Learning,” *Remote Sensing*, Vol. 16, No. 1, Article 149, 2024.
- [4] 이태원, 박세준, 오재철, 강대홍, “드론 기반 딥러닝을 활용한 교차로 교통 데이터 분석,” *Journal of Korean Society of Hazard Mitigation*, Vol. 24, No. 1, pp.73 - 82, 2024.