

노선버스를 활용한 도시 모니터링 및 관리 시스템

박진수, 신수용

IT융복합공학과

국립금오공과대학교

jp@kumoh.ac.kr, wdragon@kumoh.ac.kr

City monitoring and management system using route buses
Jin Su Park, Soo Young Shin

Department of IT Convergence Engineering

Kumoh National Institute of Technology

요 약

본 논문은 도시의 안전성과 환경 관리 효율성을 향상시키기 위해 인공지능 기반의 도로 위험 환경 관리 시스템을 제안한다. 본 시스템은 노선버스를 포함한 모니터링 차량을 활용하여 도로 및 도심 환경에 대한 다양한 데이터를 실시간으로 수집하고, 이를 딥러닝 기반 분석 기술로 처리하여 위험 요인을 감지하고 예측하는 시스템이다. 특히, 포트홀, 블랙아이스, 도로 균열 등 물리적 도로 손상뿐만 아니라 불법주차, 방치물, 불법 현수막 등의 생활·환경 안전 요인을 정밀하게 인식하고 분류한다. 수집된 데이터는 관제센터로 실시간 전송되어 도시 안전 운영체계에 반영되며, 이를 통해 도시 인프라의 유지관리 효율성을 제고하고 시민의 생활 안전 수준을 향상시키는 것을 목표로 한다.

I. 서 론

현대 도시 환경에서는 불법 주차, 쓰레기 투기, 불법 현수막, 시설물 파손, 노면표시 불량, 도로 파손 등 다양한 문제가 발생하고 있다. 이러한 문제들은 시민들의 안전과 편의를 위협할 뿐만 아니라, 처리를 위해 많은 행정력이 소모되고 있다. 특히 민원 신고 시스템이 발달함에 따라 동일한 문제에 대한 중복 신고가 증가하여 행정 처리의 비효율성이 증가하고 있다.

특히, 포트홀, 블랙아이스, 위험 낙하물 등 도심 안전과 직결되는 항목의 경우 빠른 인지와 즉각적인 대응이 필요하다. 이러한 문제를 해결하기 위해서는 도시 환경을 실시간으로 모니터링하고 신속하게 대응할 수 있는 시스템이 필요하다. 그러나 도시 전역에 고정 카메라나 센서를 설치하는 것은 비용과 시간 측면에서 비효율적이다. 이에 지자체에서는 인공지능 기술을 활용한 이동형 차량을 활용한 시스템을 도입하고 있다[1]. 본 연구에서는 별도의 차량이 아닌 도시 전역을 정기적으로 주행하는 노선버스를 활용하여 도시 환경을 모니터링하고 관리하는 시스템을 제안한다.

노선버스는 정해진 경로를 주기적으로 운행하기 때문에 별도의 인프라 구축 없이도 센서를 장착해 도시 전역의 데이터를 수집할 수 있다. 본 연구에서 제안하는 시스템은 노선버스에 카메라와 센서를 장착하여 도로 및 주변 환경 데이터를 수집하고, 인공지능 기술을 활용하여 문제를 감지하고 분류한 후, 우선순위에 따라 효율적으로 대응하는 방안을 제시한다.

II. 본론

1. 시스템구성

그림 1은 제안하는 시스템의 구성 예시를 나타낸 모습이다. 노선버스에는 GPS, 카메라, 3D 라이다 등 다양한 센서와 임베디드 PC가 탑재되어 정해진 노선을 주행하며 도로를 중심으로 도심의 정보를 수집한다. 임베디드 PC는 센서로부터 수집한 정보를 기반으로 도심 내 위험 요소 및 불법 행위를 인식해 기지국을 통해 관제센터로 전송한다. 관제센터에서는 인공지능을 사용해 위험 종류, 등급에 맞추어 분류한 뒤 즉시 대응이 필요한 항목과 정기적으로 대응할 항목으로 구분하여 최적 대응안을 도출한

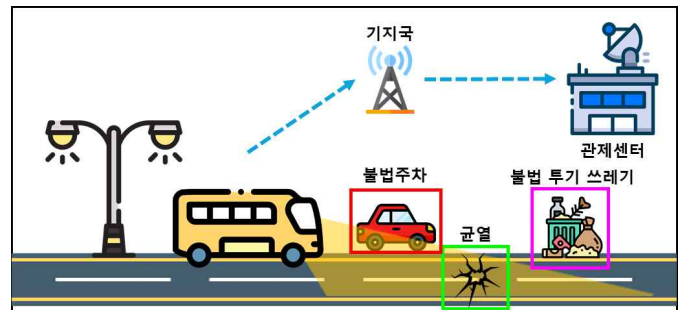


그림 1 제안 시스템 예시

다. 노선버스는 사전에 위험 및 불법 요소를 인식한 장소를 재방문할 때 그 영역을 재인식해 해당 요소가 처리되었는지 확인한다.

2. 서비스시나리오

제안하는 시스템은 노선버스를 활용한 도로 상태 분석과 도로 주변 상태 분석 그리고 관제센터를 통한 최적 대응안 도출 및 보고서 작성 기능을 가진다.



그림 2 도로 위험 요소 예시

그림 2는 노선버스를 활용해 인식하는 도로 위험 요소 예시이다. 노선버스에 탑재된 카메라와 3D 라이다를 사용해 도로 위를 인식하고 임베디드 보드를 사용해 객체 인식을 통해 위험 요소를 인식한다. RGB 카메라를 활용한 도로 표면 상태 분석 기술은 오랜 기간 연구되고있다[2]. 하지만 이러한 방법은 조도가 부족한 야간시간에 인식률이 저하하는 문제가 있다. 이를 극복하기 위해 제안하는 시스템은 조도에 영향을 적게 받는 센서

인 3D 라이더를 사용해 이를 보완하는 방법을 제안한다[3]. 노선표시불량은 일정 주기를 가지고 카메라를 기반으로 하는 객체 인식을 통해 도로표식의 상태를 점검한다[4].



그림 3 도로 주변 불법 및 위험 요소 예시

그림 3은 도로 주변 불법 및 위험 요소의 예시다. 노선버스 또는 공공차량에 장착된 카메라는 불법 주차, 방치물, 도로공사 등 즉시 대응이 필요한 요소를 감지한다. 객체 인식과 위치 정보(GPS, 주변 건물 인식)를 결합해 관계센터로 정밀한 정보를 전송하며, 필요한 시 ITS-VMS를 통해 실시간 안내한다. 또한 차량 번호판 인식을 통해 교통법규 위반을 자동으로 추적할 수 있다.



그림 4 차선, 불법주차, 번호판 인식 예시

그림4는 객체인식을 사용해 도로 구성요소, 불법 주차, 차량 번호판을 인식한 예시다. 불법 현수막, 무단투기 쓰레기 등 반복적으로 발생하는 환경 문제는 감지 시 위치와 유형을 기록하고, 일정 주기마다 인식된 항목의 종류와 위치를 바탕으로 최적화된 정비 루트를 구성한다. 주기적 수집 데이터는 관계센터의 데이터베이스에 축적되며 거대언어모델을 활용해 자동으로 보고서를 생성한다.

III. 결론

본 논문에서는 인공지능 기술을 활용한 도로 및 도시환경 모니터링 시스템을 제안한다. 기존의 도시 모니터링 시스템은 각 요소별로 별도의 시스템을 필요로 하고, 주기적인 관리를 위해 별도의 자원을 필요로 했다. 제안하는 시스템은 노선버스를 활용해 도심의 전체적인 영역을 주기적으로 모니터링 할 수 있으며, 인공지능을 활용해 그 위험도를 계산해 효율적인 대응을 요청할 수 있다. 또한 요소 대응을 위한 최적 루트 도출 및 수집 데이터를 활용한 보고서 작성을 통해 행정 효율을 향상시킬 수 있다.

제안된 시스템은 교통 안전, 환경 위생, 도시 관리 효율성 향상 등 다양한 분야에 적용할 수 있으며 특히 포트홀, 블랙아이스와 같은 고위험 요인에 대한 선제적 대응 역량을 크게 향상시킬 수 있다. 향후 시스템의 실제 구현 및 운영을 위해 시물레이션과 실제 환경을 기반으로 하는 추가 연구가 필요하다.

ACKNOWLEDGMENT

This research was supported by the MSIT(Ministry of Science and ICT), Korea, under the ICAN(ICT Challenge and Advanced Network of HRD) program(IITP-2025-RS-2022-00156394) supervised by the IITP(Institute of Information & Communications Technology Planning & Evaluation, 50%)

This research was supported by Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea(NRF) funded by the Ministry of Education(2018R1A6A1A03024003, 50%)

참 고 문 헌

- [1] 수원시, 지반침하-포트홀 선제 대응 ‘도로안전 전략’ 수립 시행...gpr 탐사·ai 도로분석 시스템 도입. (2025, May 16). 중앙신문. Retrieved from <http://www.joongang.tv/news/articleView.html?idxno=138760>.
- [2] V. Kumar, H. Singh, B. Bonev, S. Karn and G. Tiwari, "Safeguarding Mobility: YOLOv8n-Enabled Road Surface Detection and Classification," 2024 32nd National Conference with International Participation (TELECOM), Sofia, Bulgaria, 2024, pp. 1-4, doi: 10.1109/TELECOM63374.2024.10812299.
- [3] Kumar, V., Singh, R., Gehlot, A. et al. Various computational methods for highway health monitoring in terms of detection of black ice: a sustainable approach in Indian context. Discov Sustain 5, 245 (2024). <https://doi.org/10.1007/s43621-024-00466-1>
- [4] M. V. Medvedev and V. I. Pavlov, "Road Surface Marking Recognition and Road Surface Quality Evaluation Using Convolution Neural Network," 2020 International Multi-Conference on Industrial Engineering and Modern Technologies (FarEastCon), Vladivostok, Russia, 2020, pp. 1-3, doi: 10.1109/FarEastCon50210.2020.9271368.