

이동 카메라를 사용한 터널 내 조명 검출 기반 고장 여부 판단 연구

강성민¹, 남경민², 유지민³, 최지원⁴, 김대환⁵

¹⁻³ 울산대학교 IT 융합학부 학부생

⁴ 울산대학교 조선해양공학부 학부생

⁵ 울산대학교 IT 융합학부

tjdals4031@naver.com, rudalss20@naver.com, 5959kop@naver.com, ssur15@naver.com

Study on Fault Detection Based on Lighting Detection in Tunnels Using a Mobile Camera

Seong-Min Kang¹, Kyeong-Min Nam², Ji-Min Yu³, Ji-Won Choi⁴, Daehwan Kim⁵

¹⁻³Dept. of IT Convergence, University of Ulsan

⁴Dept. of naval architecture and ocean engineering, University of Ulsan

⁵Dept. of IT Convergence, University of Ulsan

요 약

본 논문은 이동 카메라를 이용하여 터널 내 조명을 자동으로 검출하고, 조명의 고장 여부를 판단하는 연구에 대한 것이다. 실시간으로 조명의 켜짐/꺼짐 상태에 상관없이 조명을 검출할 수 있으며, 꺼진 조명은 조명 고장 의심 영역으로 식별한다. Yolo 와 DeepSORT 를 사용하여 조명 검출과 추적을 진행하였다. 특히, 터널 영상 소실점을 활용하여 조명 위치의 사전 정보로 사용함으로써 조명 검출 정확도를 향상시켰다. 제안한 연구는 터널 내의 조명 관리 및 유지 보수에 도움이 될 것으로 기대한다.

1. 서론

터널 내 조명은 시간의 경과와 더불어 자연적, 환경적 영향으로 인하여 손상이 생기거나 수명이 다하게 된다. 조명의 기능을 유지하기 위해서는 지속적이고 효율적인 안전점검 및 유지관리 업무를 수행하여야 한다. 하지만 고속의 차량이 이동하고 있는 터널의 특성 상 많은 수의 조명들을 일일이 점검하고 관리하기는 현실적으로 어려움이 존재한다.

기존 터널 내 조명 검출 방법[1]은 터널 내부에서 영상 소실점을 검출하고 영상 내에서 터널의 상하를 구분하여 조명 검출 영역을 제안하였다. 일정한 간격을 두고 설치된 조명의 위치 패턴 정보를 계산하여 꺼진 조명 및 빛이 약한 조명의 위치를 검출하였다.

본 연구에서는 터널 조명의 유지관리를 보다 효율적이고 획기적으로 개선하고자 이동카메라를 통해 수집한 영상만으로 조명을 자동으로 검출/추적하고 그것들의 고장 여부를 판단할 수 있는 연구를 제안하였다.

2. 터널 조명 검출/추적 및 고장 여부 판단

2.1 터널 조명 영역 분리

터널 내에서는 많은 차량의 이동으로 인해 조명과 비슷한 영역들이 많을 수 있다. 따라서 기존 조명 검출 방법[1]과 비슷하게 조명이 있을만한 영역을 분리하여 조명 검출 성능을 높이도록 한다. 그림 1 은 터널 내의 소실점 및 소실선을 사용하여 조명이 있을만한 영역을 분리하는 예제 영상이다.



그림 1. 영상정보를 통한 터널 내 조명 검출 과정

2.2 YOLO 및 DeepSORT 기반 조명 검출 및 고장 여부 판단

YOLO 를 사용하여 터널 내부의 조명을 검출하도록 한다. 터널 내부의 켜짐/꺼짐 조명 데이터를 수집하고 학습하여 조명을 검출하는데 사용하였다. 그림 2 는 학습을 위한 조명 데이터셋과 조명 검출 영상 예시이다.

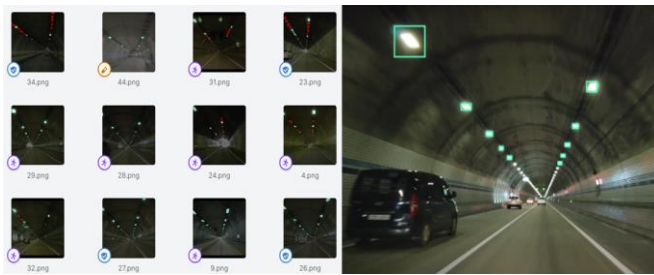


그림 2. 조명 데이터셋과 조명 검출 예시

이동 카메라를 통한 영상에서 조명이 연속적인 프레임에 걸쳐 반복적으로 검출되는 문제가 발생한다. 이 문제를 해결하기 위해 DeepSORT 알고리즘을 사용하여 조명 객체를 추적한다. 또한, 영상의 상단에 카운트 라인을 설정하고, 추적되는 조명 객체가 이 선과 교차할 때만 해당 조명의 켜짐 또는 꺼짐 상태를 인식하도록 한다. 이는 조명의 일회성 인식을 보장하며, 불필요한 중복 인식을 방지할 수 있다. 그림 3 은 조명의 추적 및 일회성 인식의 결과를 보여준다.

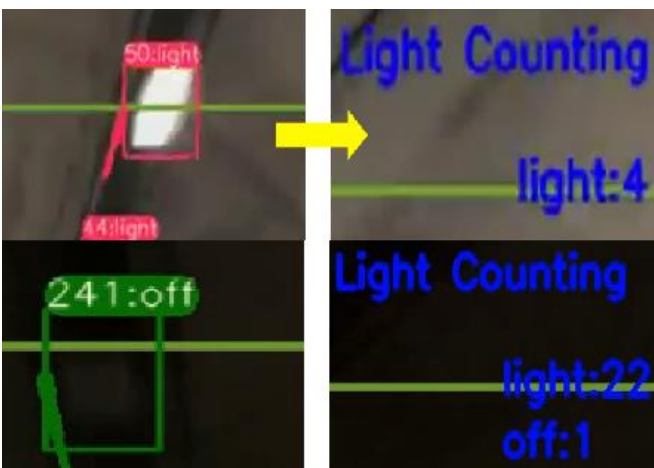


그림 3. 켜짐/꺼짐 조명 검출 예시

3. 결론 및 향후 연구

본 연구에서는 이동 카메라를 활용하여 터널 내 조명을 자동으로 검출하고 고장 여부를 판단하였다. YOLO 와 DeepSORT 알고리즘을 사용하여 조명을 검출, 반복 검출 제거 및 켜짐과 꺼짐 상태를 실시간으로 인식하였다. 하지만 아직은 많은 검출 오류가 존

재하기에 추후 안정성 높은 연구를 진행할 예정이며, 추후 본 연구를 확장하여 수집한 데이터를 기반으로 3D 조명 자동 시각화를 진행할 예정이다.

참고문헌

- [1] Le Xin, Xudong Liu, Xiansheng Yao, Ligua Zhang, “Automatic Detection of Missing-LEDs of Road Tunnels in Vehicle-Mounted Video Sequences”, Proceedings of the 41st Chinese Control Conference 2022