

## 훼손된 차선을 찾아내는 AI

류승기 인프라안전연구본부 선임연구위원

### | 들어가며

자율 주행에서 기본적인 필수 기능을 꼽으라 하면 차선(차량들이 차로를 따라 곧게 나아갈 수 있도록 그어놓은 선) 인식이라 할 것이다. 그만큼 차선 인식 기능은 모든 자율 주행 기능에 공통으로 들어가는 것이고, 주행 안전에 필수적인 감지 기능이라 할 수 있다.

도심의 차선 상태는 정상적인 것도 있지만, 불량한 상태로 방치되는 차선도 종종 볼 수 있다. 도로에 그어진 차선이 너무 많다 보니, 훼손된 차선을 늘 양호한 상태로 관리하기에는 여러모로 한계가 있다. 이 글에서는 앞으로 증가할 것으로 전망하는 자율 차량과 일반 차량이 혼합한 주행 환경 속에서 훼손된 차선을 적기에 관리할 수 있는 방안은 무엇이고, 그동안 수행해 온 연구 성과를 요약하여 설명하고자 한다.

### | 일반적인 차선 관리

도로의 차선 도색 불량이나 노후화로 인한 차선의 휘도 불량은 일반적으로 빈번하게 발생하고 있다. 고령자의 경우에는 교통사고가 2014년 대비 2018년에 48% 증가하여 차선 시인성 강화에 대한 이슈가 제기되고 있다<sup>1)</sup>.

도로의 차선은 교통사고 예방 및 원활한 차량 소통을 위한 필수적인 시설이며, 최적의 성능을 발휘하도록 주기적으로 점검해야 한다. 일반적으로 도로의 차선은 휴대용 휘도 측정기를 사용하여 휘도를 측정하고 있으나, 넓은 도로에 수많은 차선을 적은 순찰인력으로 조사하는 것은 물리적으로 불가능에 가깝다. 인력에 의존하는 현장 측정 방식은 현장에서 노면 휘도를 측정하여 기록하고 있는데, 상당한 시간과 인력이 필요하므로 수많은 불량 차선 구간을 이처럼 계측할 수 없다는 것이 현실이다. 또한, 고속으로 통행하는 다차로 도로에서 수행하는 현장 계측은 측정자의 안전에 큰 위험이 되므로, 고속 차로의 차선 휘도를 측정하는 것은 쉬운 일이 아니다.

다른 방식으로는 휴대용 측정 방식의 한계를 개선한 휘도 계측 차량 방식이 있다. 휘도 측정기를 차량에 장착하여 도로를 주행하면서 휘도를 측정하는 이동 측정 방식이다. 현재는 외국 제품을 사용하고 있고, 국산 제품은 아직 대체할 만한 제품이 없는 상황이다. 그러다 보니, 장비 가격이 고가여서 공공기관의 일부에서만 도입하여 사용하고 있다.



그림 1 눈으로 확실하게 보이지 않는 불량한 차선 사례



그림 2 휴대용 계측기를 사용하는 인력식 차선 휘도 측정 방법

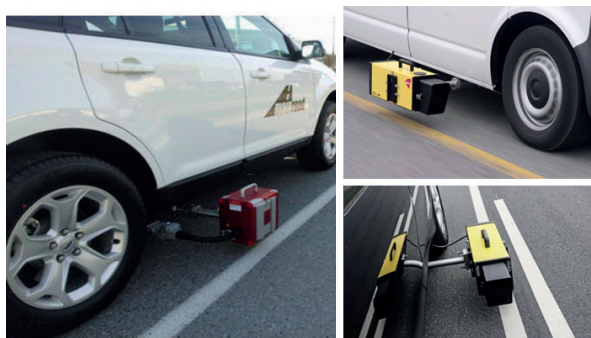


그림 3 외국산 휘도 측정 장비 차량

## | 스마트 차선 관리 시스템 연구

차선 휘도 불량으로 교통 불편과 사고를 유발한다는 사회적 문제를 해결하고자 한국건설기술연구원에서는 2년간 핵심 기술을 개발하는 연구를 수행했다. 훼손된 차선의 경우 휘도가 불량해지는데, 이렇게 휘도가 불량해진 차선 위치를 자동으로 찾아내는 방법을 연구하였다.

스마트 차선 관리 시스템은 휘도 측정 장비 차량을 참고하였다. 특징적인 차별성은 휘도 측정 데이터를 이미지로 변환하고, 변환 이미지에서 정상적인 차선과 불량한 차선을 인공지능 학습 모델로 분류하는 소프트웨어 기술이다. 외국산 휘도 측정 장비 차량에는 변환 이미지에서 불량 차선 이미지만을 분류하는 기능이 없다는 점에 착안하여, 차별화한 기능을 구현하는 핵심 기술을 개발했다.

불량 차선을 포함한 이미지를 분류하기 위해서는 불량 차선 이미지를 학습 데이터로 제작하고, 이를 분류하는 학습 모델을 개발하는 것이 필요하다. 연구 목표는 휘도 불량 차선을 포함한 이미지 자동 분류 기술을 개발하는 것이기에, 휘도 측정 장비에서 휘도 측정값을 포함한 이미지 변환과 원하는 해상도를 제공할 수 있는 적절한 휘도 측정 장비를 선정하였다. 이 과정에서 요구하는 수준의

휘도 동영상과 해상도를 맞추기 위해 휘도 측정 장비의 소프트웨어를 요구 사양으로 수정해주는 과정도 수행하였다. 개량한 휘도 측정 장비를 차량에 장착한 후, 실제 도로에서 휘도데이터, 변환 동영상을 수집하였고, 원천 동영상 데이터를 가지고 학습 데이터를 구축하였다.

휘도 측정 장비 차량을 이용해 얻은 원천 동영상에서 학습 데이터와 검증 데이터 그리고 시험용 데이터를 제작하였으며, 약 3만 장의 데이터를 분류하였다. 학습 데이터를 라벨링하는 방법은 기준판과 차선이 동시에 존재하는 이미지여야 하고, 이때 유효한 이미지 분류 기준을 만들어서, 유효 이미지 및 비(非)유효 이미지로 선별 기준을 적용하였다. 먼저, 이미지 약 5,000장을 8bit 640×480 픽셀로 학습 데이터를 제작하였고, 추가로 증가시켰다. 학습 데이터 제작과 분류 방법 등은 특허를 출원하였으며 2020년 5월에 등록되었다. 불량 차선을 포함한 이미지를 자동 선별하는 학습 모델은 CNN(Convolutional neural network) 형태로 개발하였고, 테스트 세트로 성능 실험을 하였다. 인공지능 학습 모델은 분류 성능은 Binary Cross Entropy로 측정하였고, 불량 차선 위치 추정 정확도는 평균제곱오차(Mean Square Error)로 측정하였다.



그림 4 연구에 사용한 휘도 측정 장비 차량의 설치 모습

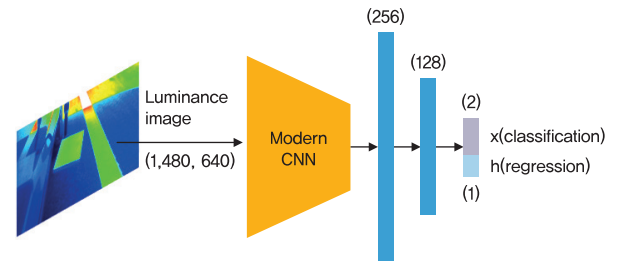


그림 5 CNN 분류 학습 모델



그림 6 스마트 차선 관리 시스템 구현

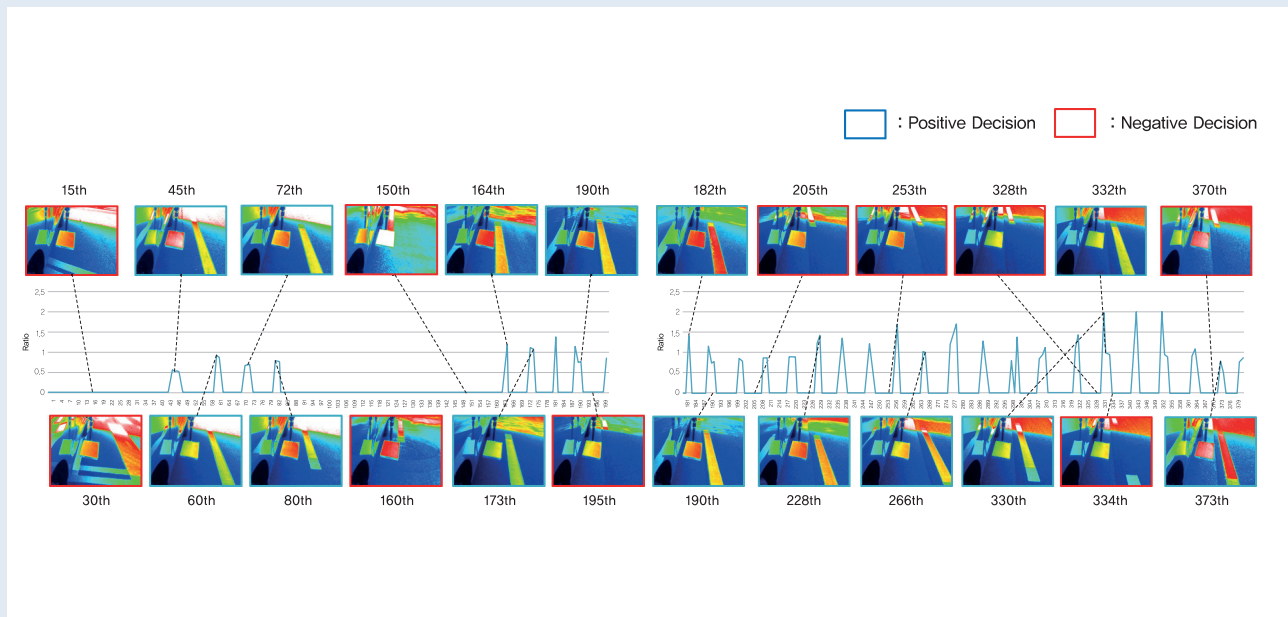


그림 7 불량 횡도 차선 이미지 선별 처리 결과

### | 성능 실험 결과

실제 도로인 고양시 호수로 약 10km 구간에서 성능 실험을 수행하였다. 개량한 횡도 측정 장비 차량을 이용해 차선의 횡도 동영상을 획득하고, 다음 단계로 학습 모델이 불량 횡도 차선의 이미지를 분류하는 과정으로 수행하였다. 차선 횡도 측정 장비 차량이 차선의 횡도를 측정하여 횡도 동영상으로 인코딩하는 과정은 개발한 소프트웨어에 의해 자동으로 인코딩하였다. 차선 횡도 동영상 원천 데이터는 개발한 학습 모델을 사용하여 유효 이미지 즉, 불량 횡도 차선을 갖는 이미지를 선별하는 과정으로 수행하였다.

### | 불량 횡도 차선 이미지 선별 처리 결과

그림 7에서 Positive Decision(파란색 박스)은 유효 이미지 즉, 차선과 기준선이 양호하게 정렬되어 차선 횡도 데이터를 정상적으로 추출할 수 있는 이미지이고, Negative Decision(빨간색 박스)은 차선과 기준선이 불량하게 정렬되어 차선 횡도 데이터를 정상적으로 추출할 수 없는 유효하지 않은 이미지를 의미한다. 만일, 유효하지 않은 이미지를 사람이 직접 분류하였다면 많은 시간이 소요되었을 것이다. 즉, 횡도 동영상에서 모든 이미지를 육안으로 판독해야 하는 번거로움을 줄일 수 있는 인공지능 학습 모델을 활용하면, 유효한 이미지를 자동 선별할 수 있으므로 관련 업무의 효율을 개선할 수 있다.

### | 맺음말

스마트 차선 관리 시스템은 현장 관리 인력의 투입 여력과 고가의 횡도 측정 장비 차량을 활용하는 것에 대한 어려움 등 여러 한계를 줄여주기 위한 목적으로 개발하였다. 점점 열악해지는 노면 상태를 효과적으로 관리할 수 있는 혁신적인 스마트 차선 관리 시스템을 도입함으로써 공공기관 및 민간 기업에서도 유익한 서비스가 되길 바란다. 이 기술은 또한 스마트 시티 및 자율주행 자동차 등 정부 혁신 성장 동력에도 관련이 깊어 기술 고도화와 다양한 서비스 발굴에 R&D 투자와 관심을 보여주기를 희망한다.

미래의 도로 교통 인프라는 더 효율적으로 노면 관리를 해야 한다. 이를 위해, 도전적인 기술에 대한 연구개발과 수요기관의 적극적 활용 그리고 자동차 산업과 IT 서비스 산업 등 민간 분야에서도 검토해 볼 만한 가치가 있는 기술이라고 생각한다. **K**

1) 교육자료 인용, 일반국도 차선도색 유지관리시스템 교육자료, 국토교통부, 2020.7.30

#### 참고자료

- 한국건설기술연구원(2020), AI 기술을 이용한 노면표시 자동인지시스템 연구보고서.
- 한국건설기술연구원(2020), 차선도색 유지관리시스템 교육자료.