

딥러닝을 활용한 도로교통 연구 동향 분석

주현진, 신성필

한국건설기술연구원

hjinjoo8@kict.re.kr, spshin@kict.re.kr

A Study on the Trend of Road Traffic using Deep Learning

Joo Hyunjin, Shin Sung Pil

Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology

요약

도로교통 분야에서는 도로 이용자의 안전과 관련된 다양한 연구가 진행되고 있다. 딥러닝에는 분류, 분석, 예측 등 다양한 기법들을 통해 다양한 분야에 빠른 속도로 적용되어 사회 문제를 해결하고 더 나은 방향으로 나아가고자 한다. 본 연구에서는 딥러닝을 활용한 도로교통 연구 분야의 동향을 분석하였다. 이에 따라 도로교통 연구에서 딥러닝 기법을 통해 해결하고자 하는 사회 문제에 따라 사용되고 있는 딥러닝 기법이 무엇인지 알아보려고 하였다.

I. 서론

국토교통부 도로법 제 5조에 따라 국가도로망은 효율적인 관리를 위해 국가도로망종합계획을 수립하였다. 효율적인 도로관리는 기존 도로망을 효율적이고, 안전하게 이용할 수 있도록 유지하고 향상시키는 것과 더불어 시간이 지남에 따라 도로망의 전반적인 성능을 최적화하는 과정을 의미한다 [1]. 국가도로망종합계획의 주요 정책 과제 중 하나인 “안전한 도로환경 조성”을 달성하기 위해서 도로교통의 안전을 강화하고 도로 이용자의 편의를 제고하며 사람 중심의 도로로 구축할 필요성이 커진다.

기계학습(machine learning)은 현재 다양한 산업에서 이미지 분류(image classification), 분석(analysis), 텍스트 마이닝(text mining) 등 다양하게 적용되고 있다. 많은 기계 학습 알고리즘 중 인공 신경망을 사용하는 딥러닝(deep learning)은 주어진 데이터에서 자동적으로 중요한 패턴 또는 규칙을 학습하여, 분류하거나 예측을 한다. 딥러닝은 빠른 속도로 여러 분야에 적용되며 현재도 많은 연구가 진행되고 있다. 도로교통 분야에 적용되고 있는 연구의 특성상 이미지 데이터를 활용하여 딥러닝을 많이 사용하는 추세이다. 도로의 상태 또는 교통 상황 등을 나타낼 수 있는 데이터는 이미지 형태의 데이터이기 때문이다. 이미지 데이터는 비정형 데이터로 미리 정해진 구조나 규칙이 없다. 그래서 비정형 데이터는 정형 데이터로 변환하는 전처리 과정이 필요한 데이터이다. 정해진 구조가 없는 비정형 데이터는 데이터의 유연함을 가지고 있어서 확장성이 있고 이에 따라 더 풍부한 데이터 정보를 포함하고 있다. 전처리를 통해 비정형 데이터에서 정보를 추출한다면 정형 데이터보다 더 많은 정보와 사용자에게 필요한 정보를 얻을 수 있는 장점이 있다. 본 논문에서는 도로교통 분야에 적용되고 있는 딥러닝 기반 연구 동향을 살펴보고자 한다.

II. 본론

도로교통 분야에서는 도로 이용자의 안전과 직결되는 다양한 연구가 진행되고 있다. 연구의 종류를 크게 탐지 또는 예측으로 분류할 수 있다. 도로교통 분야의 탐지연구는 교통상황을 파악하여 포트홀을 탐지하거나 이상치를 감지할 수 있고 예측연구는 교통 흐름을 예측하거나 사고 발생 지

역을 예측할 수 있다.

1. 탐지모델

탐지모델과 관련된 연구 중에서 [2]는 도로 위에 사고 또는 차 이상으로 도로 위에서 차량이 정지한, 이상 상태가 발생한 경우, 활용할 수 있는 기법을 제안하였다. 이상 상태의 차량 객체를 학습하기 위해 MOG2기법을 이용하여 영상의 전경과 배경을 분리하였고, YOLOv4 알고리즘을 이용하여 객체를 탐지하였다. 결과적으로 2차 사고를 방지하고 빠른 사고 대처가 가능한 경우 활용할 수 있을 것으로 기대할 수 있다.

도로포장의 균열은 포장 수명을 단축시키고 각종 사고의 원인이 된다. (지봉준, 2021) 연구는 도로 포장 균열에 대해 딥러닝으로 탐지 모델의 프레임워크를 제안하였다. MobileNet 딥러닝 모델을 사용하여 기존 CNN기법보다 학습에 필요한 파라미터의 수를 줄이고, 성능을 최대화하고자 하였다. 또한, 단계를 오프라인과 온라인으로 구분하여, 학습은 오프라인에서 진행되며, 학습된 모델은 온라인에서 균열 여부를 판별한다. (조영태 외, 2015) 연구는 차량용 블랙박스 카메라를 이용한 자동 포트홀 탐지 기법을 제안하였다. 포트홀은 아스팔트 위에 균열이 생겨 발생하는 것으로, 도로 이용자 차량의 타이어 파손을 유발하고 사고 위험성을 높인다. 이러한 포트홀을 보수 관리하기 위해 조영태 외, 2015은 otsu's 알고리즘으로 데이터를 전처리하고 line segmentation을 수행하여 포트홀 영역을 생성하였다. 그리고 cascade 과정을 통해 포트홀의 유무를 결정하였다. 이러한 기술을 통해 차량이 도로 위의 파손 상태를 자동적으로 탐지하고 포트홀의 관리에 더 용이해질 것으로 기대할 수 있다. 이 외에도 (박재화 외, 2021) 연구는 도로 교통량 조사를 위해 ResNet18모델을 사용하여 차종을 분류하는 모델을 제안하였다. 이를 통해, 최소화된 데이터셋으로도 높은 성능을 보이는 차종 분류를 개발하였다.

2. 예측모델

(전희정 외, 2021) 연구는 노인과 어린이의 보행 교통 사고가 많이 발생하는 지역을 예측하기 위해 모델을 제안하였다. 스마트 보행 교통환경 구축을 위해 딥러닝을 적용한 사례로 교통사고 발생빈도, 안전 정도를 예측

하여 보행 교통사고 다발 지역과 비 다발 지역을 분류하고자 하였다. 해당 지역의 이미지 분류를 위해 VGG16, VGG19, INCEPTION V3 등 다양한 모델을 적용하였다. 다발 지역과 비 다발 지역을 분류함으로써 향후 보행자에게 친화적이고 안전한 도로 환경은 어떤 구성요소가 있는지 분석을 통해 파악할 수 있다. 또한 기존에 존재하는 도로의 안전성 판단에도 유용하게 활용할 수 있음을 기대할 수 있다. (이홍석 외, 2020) 연구는 도심지의 교통 흐름과 미세먼지를 예측하기 위해 모델을 제안하였다. 교통 흐름은 시간, 요일에 따라 달라지는 비선형적인 특성이 있다. 이를 고려하기 위해 시계열의 데이터를 사용하는 LSTM 기법을 사용하고자 하였다. 미세먼지 예측은 주변 관측 결과에 영향을 받을 뿐만 아니라 시간에 따라 미세먼지가 다른 공간으로 전파되는 특징이 있기 때문에 공간에 대한 시계열 예측이 가능한 ConvLSTM 기법을 사용하였다. 이러한 기술을 통해 도심지에서 단기 교통 예측이 아닌 중장기 예측의 필요성을 나타내었다. (김영곤 외, 2022) 연구는 겨울 도로결빙으로 인해 발생하는 교통사고의 피해를 줄이기 위해 교통사고가 발생하는 지역을 예측하는 모델을 제안하였다. Z-Curve Index 알고리즘을 사용하여 이미지 데이터에 있는 2차원 좌표 정보를 1차원으로 데이터 전처리를 하였고 CNN 기법으로 학습을 진행하였다. 이를 통해 결빙 사고 발생 가능성이 있는 지역을 예측하여 결빙 위험 정보를 제공하기 위한 기초자료로 사용할 수 있을 것으로 기대한다.

III. 결론

본 연구에서는 딥러닝을 활용한 도로교통 연구 분야의 동향을 분석하였다. 도로교통 분야에서는 도로 이용자의 안전을 고려하여 다양한 교통 상황을 탐지하거나 예측하는 연구가 진행됨을 볼 수 있었다.

1. 탐지하는 연구는 도로 위의 이상 차량을 감지하거나 포트홀을 자동 탐지하여 도로 이용자들의 2차 사고를 예방하고 원활한 도로관리가 가능하게 할 수 있음을 파악하였다.

2. 예측하는 연구는 다발성으로 보행 교통사고가 발생하는 지역을 예측하거나 도심지의 교통 흐름을 예측하여 도로 위의 안전성을 높이고자 하였다.

이 외에도 다양한 도로교통 분야에서 딥러닝 기법을 사용하여 사람 중심의 포용적인 교통 서비스를 제공하고 안전한 도로 환경을 조성할 수 있다. 향후, 연구에서는 실제 포트홀 이미지 데이터를 이용하여 포트홀 탐지 실험을 진행하고자 한다. YOLOv4와 ResNet 딥러닝 모델에 적용하여 포트홀 탐지에 가장 최적화된 딥러닝 기법을 연구하고자 한다. 다양한 딥러닝 기법들이 스마트 도로 및 도로망을 구축에 사용되어 혁신성장을 선도하는 한국형 미래 도로를 향해, 한 걸음 더 도약하길 기대해본다.

참 고 문 헌

[1] Transport Research Laboratory. "Guidelines for the design and operation of road management systems.", 1988.

[2] Shin D. H., Baek, J. W., Park, R. C., and Chung K. "Deep Learning-based Vehicle Anomaly Detection using Road CCTV Data," Journal of the Korea Convergence Society, vol. 12, no. 2, pp. 1-6.

[3] Ji, Bo. "A Study on Crack Detection in Asphalt Road Pavement Using Small Deep Learning." Journal of the Korean Geo - Environmental Society, vol.22, no.10, pp.13-19.

[4] Jo, Y. and Ryu, S. "Real Time Pothole Detection System based on Video Data for Automatic Maintenance of Road Surface Distress." KIISE Transactions on Computing Practices, vol.22, no.1, pp.8-19.

[5] Park, J.H. Kim, P.K. Kang, M.S. "A Study on the Performance Improvement of Vehicle Types Classification." Proceedings of the Korean Institute of Communication Sciences Conference, pp.967-968. 2021.

[6] Jun, H.J. Kang, S. Jung, S. Kim, T. Cho, C. Jhoo, W.Y. and Kim, J.Y. "A Deep Learning Approach to Predict Elderly and Child Pedestrian Crash Hot Spots in the Seoul Metropolitan Area." Journal of Korea Planning Association, vol.56, no.7, pp.115-127.

[7] Yi, H. Bui, K.H.N. and Seon, C.N. "A Deep Learning LSTM Framework for Urban Traffic Flow and Fine Dust Prediction." Journal of KIISE, vol.47, no.3, pp.292-297.

[8] Kim, Y. Lee, M. Yun, Y. Jun, Y. and Kim, K. "Development of a Forecasting Model for Traffic Accident Probability on Icy Roads Using Deep Learning." Journal of Korean Society Transport, vol.40, no.1, pp.111-127.