

CNN과 LSTM을 결합한 콘크리트 균열 예측 모델

이동은⁰, 김성진*, 윤영현**, 백재순(교신저자)*

⁰명지전문대학 ICT융합공학과,

*명지전문대학 ICT융합공학과,

**명지전문대학 정보통신공학과

e-mail: {2022821012⁰, ict214548*, yhyoon**, hisoon99*}@mjc.ac.kr

Concrete Crack Prediction Model Combining CNN and LSTM

Dong Eun Lee⁰, Sung Jin Kim*, Young Hyun Yoon**, Jai Soon Baek(Corresponding Author)*

⁰Dept. of ICT Convergence Engineering, Myongji College,

*Dept. of ICT Convergence Engineering, Myongji College,

**Dept. of Information Technology communication, Myongji College

● 요약 ●

본 논문은 교량 안전에 관련하여 CNN과 LSTM을 결합한 모델을 사용해 콘크리트 균열을 미리 예측한다. 이미지 데이터는 CNN을 통해 처리되고, 시계열 데이터는 LSTM을 통해 처리가 된다. 훈련된 모델을 사용해 새로운 이미지와 시계열 데이터에 대한 균열 예측을 수행한다.

키워드: CNN, LSTM, 교량 안전(Bridge safety), 이미지 예측 모델(Image prediction model), 콘크리트 균열(Concrete Crack)

I. Introduction

2020년 기준 전국 교량은 36,501개, 총 3,760km에 달하는 교량이 존재한다고 국토교통부는 발표했다[1]. 현재의 교량 유지관리는 일상 관리의 경우 반기별 1회, 재난발생시 등 정기안전점검하며 점검 방법으로는 줄자, 카메라, 점검 망치 등 휴대용 점검장비를 휴대하고, 도보점검이 불가능한 부분은 점검대차 및 접근장비로 근접 육안점검을 실행하지만 한계점이 있다. 따라서 드론을 활용하거나 고성능 카메라, 3D 레이저 스캐너를 활용하여 점검을 한다[2]. 본 논문은 사람이 확인하지 못하는 부분이나 유지관리가 수시로 요해지는 교량에 관하여 유지관리 비용 절감 및 편리함을 주는 모델을 제시한다.

II. Preliminaries

본 논문에 사용한 CNN (Convolutional Neural Network)란, 수동으로 특징을 추출할 필요 없이 데이터로부터 직접 학습하는 딥러닝을 위한 신경망이다. CNN은 인간의 시각처리 방식을 모방한 신경망이기 때문에 추출과 분류의 기능이 특화되어 있고 문자 분류나 얼굴인식 등에 사용된다. LSTM (Long Short-Term Memory)은 장/단기 기억을 가능하게 설계한 순환 신경망 구조의 하나로 주로

시계열 처리, 자연어 처리에 활용된다. LSTM은 입력게이트, 망각게이트, 출력게이트로 구성되어 있다. 입력 데이터를 변환 후 어떤 신호를 과거의 정보 어느 정도 까지 기억할지, 출력할 정보를 결정한다.

III. The Proposed Scheme

1. 데이터 전처리

콘크리트 균열 예측 모델을 구현하기 위해 Kaggle의 콘크리트 균열 데이터 셋을 이용하여 모델 학습을 진행하였다.[4] 데이터의 히스토그램을 보면 불균형이 존재함을 알 수 있다. Non-Cracked 클래스에는 다른 클래스에 비해 약 9배가량 많은 데이터 포인트가 있다. 데이터의 불균형은 추후 예측 결과 값에 영향을 미치므로 클래스 가중치(class weights)나 데이터 증강 기법을 추가하여 문제를 해결한다. 클래스 가중치는 소수 클래스에 더 높은 가중치를 할당하고 다수 클래스에는 낮은 가중치를 할당하여 각 클래스의 기여도를 균형있게 조정한다.

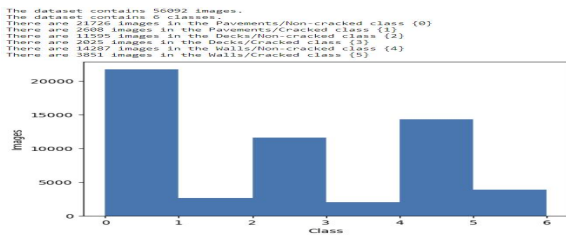


Fig. 1. Determining the number of images in a data set

2. 네트워크 구조

Input 값인 이미지가 들어오면 CNN 신경망에서 인코더 역할을 하는 CNN과 디코더 역할을 하는 LSTM layer로 구성되며 모든 입력 2D 이미지를 1차원의 벡터로 인코딩한다. CNN 모듈에서 출력된 결과 값은 다시 디코더 역할을 하는 LSTM 네트워크에서 CNN 인코더로부터 시퀀스 입력 벡터를 수신하고 또 다른 1D 시퀀스를 출력한다. 결과 예측을 위해 마지막 단계에서 완전히 연결된 신경망 (fully-connected neuralnetwork)이 연결된다.

학습률/epochs: 학습률 0.001이 가장 좋은 결과를 나타냈다. 학습률을 더 높게 설정하면 그래프의 폭이 넓게 발생하고, 낮게 설정했을 경우 정확도 또한 낮게 나오는 것을 확인하였다.

데이터 증강: 전반적으로 네트워크에 가장 큰 개선을 가져왔다. 뒤집기와 회전을 사용해보았을 때 뒤집기 및 회전은 모든 클래스에 대한 성능을 향상 시켰고, 깨진 클래스에서 유독 큰 효과가 나타남을 알 수 있었다.

3. 예측 결과

균열 클래스의 예측보다 비균열 클래스의 예측 성능이 뛰어나다는 결과를 얻을 수 있었다. 이러한 결과는 앞서 설명한 데이터 셋의 불균형이 비균열 클래스에 편향된 결과를 가져온 것이다.

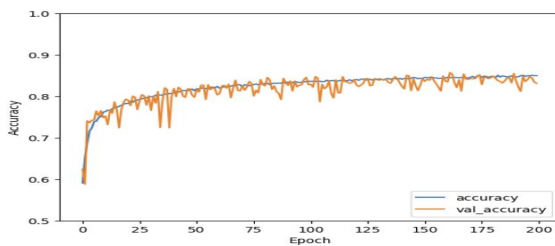


Fig. 2. Accuracy and loss graphs

IV. Conclusions

본 연구는 교량의 유지보수에 대하여 편리함을 주는 모델을 제시한다. CNN을 인코더 역할의 범위로 사용하고 LSTM을 디코더로서 사용하여 신경망을 연결한다. 데이터 증강을 통해 불균형한 데이터 셋을 균형있게 조정하여 콘크리트 균열 예측을 한 결과 비균열 이미지는 이미지 데이터에 구멍이나 결점이 있어 균열과 비슷하게 보일 때 잘못된 예측을 한다. 이러한 문제점은 비균열과 균열 데이터 셋의

불균형에서 나온 문제로 판단한다. 따라서 충분한 균열 데이터를 학습시킨다면 오판을 해결할 수 있을 것이라 예상된다.

REFERENCES

- [1] Ministry of Land, Infrastructure and Transport. January 26, 2020, https://www.molit.go.kr/USR/NEWS/m_35045/dtl.jsp?lcmepage=1&id=95086487
- [2] Maintenance Manual (draft). the Korea Water Resources Corporation. The year of 2020
- [3] Jang Seungjoo and Jang Seungyeop. (2022). Prediction Model of Sewage Pipe Crack by CNN-LSTM Composite Model. Journal of the Korean Society of Ground Materials, 21(2), 11-19.
- [4] Structural Defects Network (SDNET) 2018. Concrete Cracks Image Dataset. <https://www.kaggle.com/datasets/aniruddhsharma/structural-defects-network-concrete-crack-images>