

딥러닝을 통한 콘크리트 강도에 대한 배합 방법 예측에 관한 연구

Prediction of concrete mixing proportions using deep learning

최 주 희* 양 현 민** 이 한 승***
Choi, Ju-hee Yang, Hyun-min Lee, Han-seung

Abstract

This study aims to build a deep learning model that can predict the value of concrete mixing properties according to a given concrete strength value. A model was created for a total of 1,291 concrete data, including 8 characteristics related to concrete mixing elements and environment, and the compressive strength of concrete. As the deep learning model, DNN-3L-256N, which showed the best performance on the prior study, was used. The average value for each characteristic of the data set was used as the initial input value. In results, in the case of 'curing temperature', which had a narrow range of values in the existing data set, showed the lowest error rate with less than 1% error based on MAE. The highest error rate with an error of 12 to 14% for fly and bfs.

키 워 드 : 딥러닝, 압축강도, 물시멘트비, 배합비율
Keywords : deep learning, compressive strength, water cement ratio, mix proportion

1. 서 론

콘크리트의 배합설계와 압축강도의 평가는 실제 구조물의 해석, 설계 품질관리 등에 일관성을 가져올 수 있는 가장 기본적인 자료로 사용된다.¹⁾ 딥러닝 알고리즘은 높은 수준의 추상화에서 복잡한 데이터 특징의 추출의 자동화를 가능하게 하여 최근 연구에서의 유용한 방법으로 사용되고 있지만,²⁾ 콘크리트의 배합 요소의 예측을 위한 연구는 부진한 상황이다. 따라서 본 연구에서는 주어진 콘크리트 강도 값에 따른 콘크리트 배합 특성 값을 예측할 수 있는 딥러닝 모델을 구축하고자 한다.

2. 연구계획 및 방법

본 연구에서는 콘크리트 배합요소 및 환경 관련 8개 특성(물, 시멘트, 잔골재, 굵은골재, 플라이애쉬, 고로슬래그, 양생온도, 양생습도)와 콘크리트의 압축강도의 내용을 포함한 총 1,291건의 콘크리트 데이터에 대하여 모델을 생성하였다.

콘크리트의 배합 특성을 입력값으로 하여 콘크리트 강도 예측값을 출력하는 딥러닝 모델을 생성한 후, 목표 콘크리트 강도값을 이끌어내기 위해 필요한 모델의 콘크리트 각 특성별 입력값을 탐색하는 방식으로 연구를 진행하였다. 이 때, 최적의 특성 값을 탐색하기 위해 경사 하강 알고리즘(Gradient Descent Algorithm)을 사용하였으며, 입력 초기값으로는 데이터 세트의 특성별 평균값을 사용한다.

표 1. 연구에 사용한 콘크리트 배합요소 데이터 세트

	Mean	SD	Median	Min	Max		Mean	SD	Median	Min	Max
Water	173.5	13.3	171	117	210	Bfs	50.4	40.5	77	0	210
Cement	273.7	98.5	326.5	66	800	양생온도	20	1.1	20	5	35
s	817.0	82.5	868.5	275	1173	양생습도	88.2	18.4	100	10	100
g	907.1	108.4	948	168	1340	콘크리트강도	28.6	13.8	32.1	16.1	92.4
Fly	38.8	29.3	58	0	192						

* 한양대학교 스마트시티공학과 석사과정
** 한양대학교 건축공학과 조교수, 공학박사
*** 한양대학교 건축공학과 교수, 교신저자(ercleehs@hanyang.ac.kr)

3. 해석결과 및 고찰

본 연구에서 사용된 딥러닝 모델의 일반적인 성능을 평가하기 위해 10겹 교차검증(10-Fold Cross Validation)을 수행하였다. 평가척도로는 MSE와 MAE를 사용하였으며, 예측한 8개의 특성 값에 대하여 개별적으로 평가척도를 적용하였다. 이 때, 특성 별 값의 범위가 다르기 때문에 각 특성별로 0~1 사이의 값을 가지도록 변환하는 정규화를 실시하였다.

머신러닝 모델을 통해 예측한 콘크리트의 배합 요소의 오차범위는 각각 차이가 있었다. 기존 데이터 세트에서 값의 변화량이 적었던 '양생온도'의 경우, MAE 기준으로 1% 미만의 오차로 가장 낮은 오차율을 보였으며, fly, bfs의 경우 12~14%의 오차로 예측한 콘크리트의 배합 특성 중 가장 높은 오차율을 보였다.

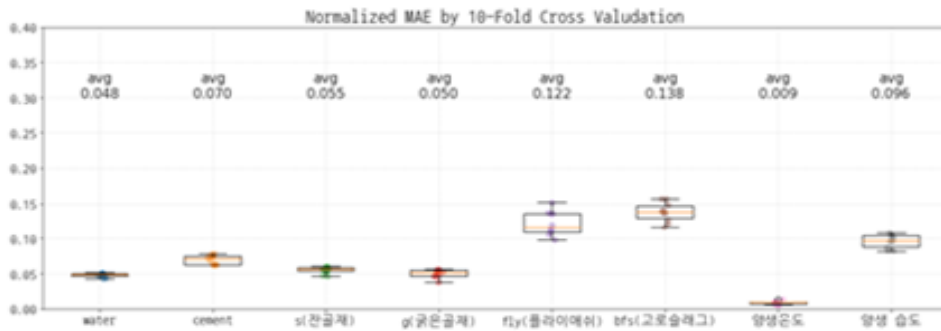


그림 1. 콘크리트 배합요소의 정규화된 MAE 값 비교

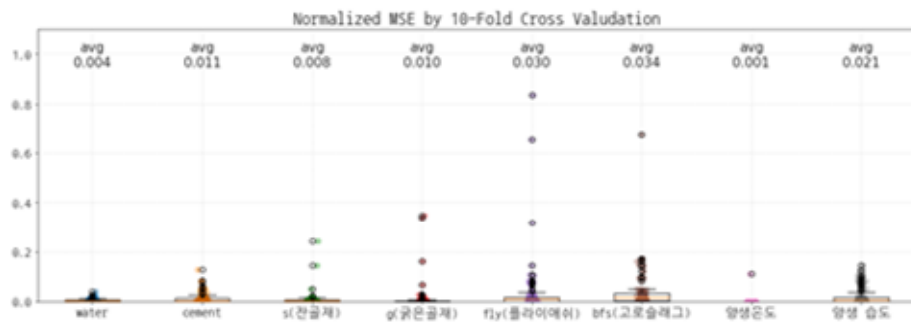


그림 2. 콘크리트 배합요소의 정규화된 MSE 값 비교

4. 결 론

본 연구에서는 딥러닝을 기반으로 콘크리트의 강도값을 통해 콘크리트 배합요소의 값을 예측할 수 있는 모델을 설계하였으며, 그에 따른 오차율은 배합요소별로 각각 다른 모습을 보였다. 각 콘크리트 배합요소들의 값의 범위 등의 배합 요소별 특징을 고려할 수 있도록 Gradient Descent Algorithm의 목적 함수를 수정함으로써 특성 값의 최적화를 개선할 수 있을 것으로 기대된다. 또한, 모델의 입력 데이터 수를 늘리고, 이상치 데이터를 제거함으로써 딥러닝 모델의 성능을 향상시킬 수 있을 것으로 판단된다.

Acknowledgement

이 연구는 2021년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업이다. (No.2015R1A5A1037548)

참 고 문 헌

1. 김인수, 신경망을 이용한 콘크리트 배합요소 및 압축강도 추정, 한국콘크리트학회 논문집 제14권 4호, pp.457~466, 2002.8
2. Maryam M Najafabadi, Deep learning applications and challenges in big data analytics, Journal of Big Data, pp.1~21,2015.2