

배합인자를 고려한 딥러닝 알고리즘 기반 탄산화 진행 예측에 관한 기초적 연구

A Fundamental Study on the Prediction of Carbonation Progress Using Deep Learning Algorithm Considering Mixing Factors

정도현* 이한승**
Jung, Do-Hyun Lee, Han-Seung

Abstract

Carbonation of the root concrete reduces the durability of the reinforced concrete, and it is important to check the carbonation resistance of the concrete to ensure the durability of the reinforced concrete structure. In this study, a basic study on the prediction of carbonation progress was conducted by considering the mixing conditions of concrete using deep learning algorithm during the theory of artificial neural network theory. The data used in the experiment used values that converted the carbonation velocity coefficient obtained from the mixing conditions of concrete and the accelerated carbonation experiment into the actual environment. The analysis shows that the error rate of the deep learning model according to the Hidden Layer is the best for the model using five layers, and based on the five Hidden layers, we want to verify the predicted performance of the carbonation speed coefficient of the carbonation test specimen in which the exposure experiment took place in the real environment.

키워드 : 탄산화, 딥러닝, 배합인자
Keywords : carbonation, deep learning, mixing factor

1. 서론

탄산화가 진행되어 콘크리트의 알칼리성이 저하된 철근콘크리트는 내부 철근에서 녹이 발생하며, 그에 따른 철근 체적의 증가로 인해 내구성이 감소된다. 이에 따라서 철근콘크리트의 내구수명을 확보하기 위해서 배합에 따른 콘크리트의 탄산화 저항성을 아는 것은 중요하다. 본 연구에서는 인공지능망 이론 중 딥러닝 알고리즘을 이용하여 콘크리트의 배합조건을 고려하여 탄산화 진행 예측에 관한 기초적인 연구를 진행하였다. 실험에 사용된 데이터는 국내외 기존 문헌의 축진 탄산화 실험 결과를 사용하였으며, 선정된 배합과 탄산화 속도계수를 딥러닝 알고리즘을 이용하여 학습시킨 뒤, 모델의 예측 정확성을 확인하는 것이 본 연구의 목적이다.

2. 실험개요

연구에서는 국내 및 해외에서 20년간 게재된 논문에서 배합조건 및 탄산화 축진실험 환경에 따라 300개의 데이터를 선정하였다. 표본의 W/B 및 시멘트와 고로슬래그, 플라이애쉬의 혼입량과 배합에 따른 탄산화 속도계수를 변수로 설정하여 딥러닝 알고리즘으로 분석을 진행하였다. 배합별 탄산화 속도계수는 탄산화 축진 실험의 온도 및 습도, 이산화탄소 농도, 시험체의 크기에 따라 보정하여 실 환경에서의 탄산화 축진계수로 변환하여 분석을 진행하였다. 표 1은 학습을 진행한 딥러닝 알고리즘에 사용된 분석조건으로, Hidden layer의 개수는 4, 5, 6, 7, 8, 9개로 설정하였으며, 학습의 진행은 Tensor Board를 통하여 학습모델의 평균 절대값 오차율(MAPE)을 저장하였다. 학습이 완료된 뒤, 학습에 사용되지 않은 표본을 이용하여, 실험을 통해 나온 탄산화 속도 계수와 학습된 모델을 통해 얻은 탄산화 속도 계수 예측 값을 비교하여 오차를 확인하였다.

3. 해석 결과 및 분석

그림 1은 Hidden Layer에 따른 딥러닝 학습모델의 MAPE를 보여준다. MAPE는 학습에 사용되지 않은 데이터의 예측 값과 실제

* 한양대학교 건축시스템공학과 석사과정

** 한양대학교 ERICA 건축학부 교수, 교신저자(ercleehs@hanyang.ac.kr)

값의 평균 절대값 오차율이며, 4Layer에서 13.04%, 5Layer에서 9.91%, 6Layer에서 18.23%, 7Layer에서 15.36%, 8Layer에서 23.01%, 9Layer에서 17.66%의 결과를 확인하였고, 5Layer의 오차율이 가장 작은 것을 확인하였다. 학습모델의 평균 오차율(MPE) 분포는 -10% ~ 10% 범위를 기준으로 4Layer에서 53.68%, 5Layer에서 68.42%, 6Layer에서 53.65%, 7Layer에서 63.16%, 8Layer에서 61.05%, 9Layer에서 60.00%의 결과를 보였다.

표 1. 딥러닝 알고리즘 학습에 사용한 분석 조건

Training Type	Loss Function	Nodes	Activation Function	Optimizer	Learning Rate	Batch Size	Training Steps	Hidden Layer
Error - Backpropagation	Mean Absolute Percentage Error	1000	ReLU	ADAM	0.0001	128	0~15000	4,5,6,7,8,9

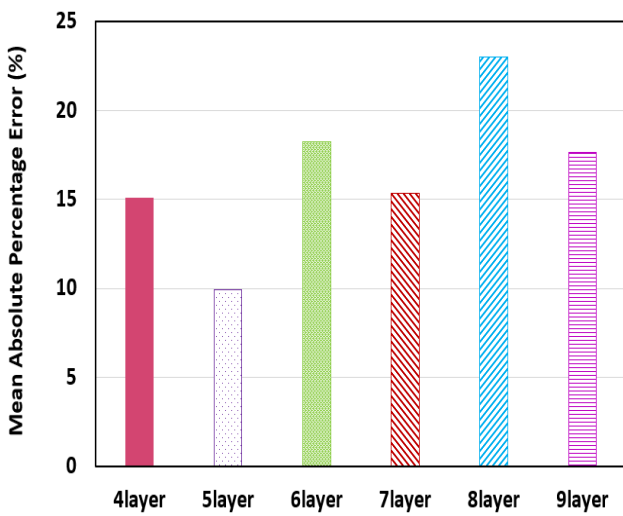


그림 1. Hidden Layer별 MAPE 결과

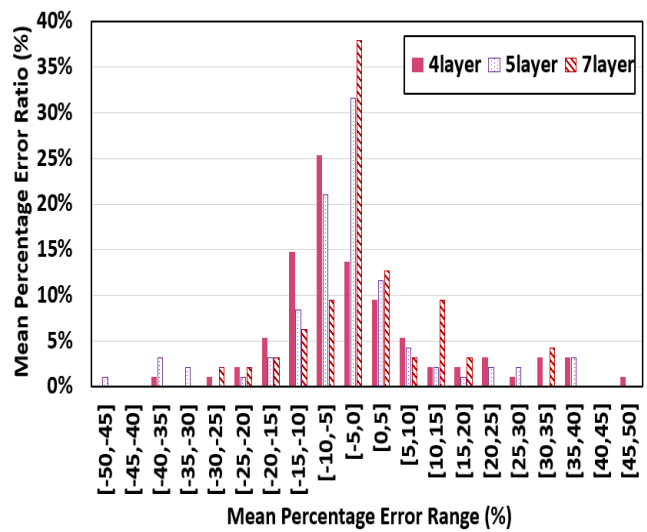


그림 2. 4, 5, 7Layer의 MPE 분포

4. 결 론

Hidden Layer에 따른 딥러닝 학습모델의 MAPE와 MPE는 5개의 Layer를 사용한 모델이 가장 좋게 나왔으며, 5개의 Hidden Layer를 기반으로 학습 매개변수의 변화를 통해 오차율을 줄이고 모델의 과적합 여부를 확인하여, 실제 환경에서 폭로 실험이 진행된 탄산화 시험체의 탄산화 속도계수의 예측 성능을 확인하고자 한다.

Acknowledgement

이 연구는 2019년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업이다. (2015R1A5A1037548)

참 고 문 헌

1. 阿部道彦, 榎田佳寛, 田中 斉, 柳 啓, 和泉意登志, 友澤史紀, コンクリートの炭素中性化試験方法の評価に関する研究 日本建築学会構造系論文報告集, 第409号, pp.1~10, 1990,3
2. Woubishet Zewdu Taffese, Esko Sistonen, Jari Puttonen, CaPrM_Carbonation prediction model for reinforced concrete using machine learning methods, Con. Build. Mater., Vol.100, No.15, 2015