

# 딥러닝 알고리즘 기반 탄산화 진행 예측에서 활성화 함수 적용에 관한 기초적 연구

## A Fundamental Study on the Effect of Activation Function in Predicting Carbonation Progress Using Deep Learning Algorithm

정 도 현\*

Jung, Do-Hyun

이 한 승\*\*

Lee, Han-Seung

### Abstract

Concrete carbonation is one of the factors that reduce the durability of concrete. In modern times, due to industrialization, the carbon dioxide concentration in the atmosphere is increasing, and the impact of carbonation is increasing. So, it is important to understand the carbonation resistance according to the concrete compounding to secure the concrete durability life. In this study, we want to predict the concrete carbonation velocity coefficient, which is an indicator of the carbonation resistance of concrete, through the deep learning algorithm, and to find the activation function suitable for the prediction of carbonation rate coefficient as a process to determine the learning accuracy through the deep learning algorithm. In the scope of this study, using the ReLU function showed better accuracy than using other activation functions.

키 워 드 : 콘크리트 탄산화, 딥러닝, 배합인자

Keywords : concrete carbonation, deep learning, mixing factor

## 1. 서 론

콘크리트 탄산화는 철근콘크리트 구조물의 내구성을 저하시킨다. 콘크리트 탄산화는 주변의 이산화탄소 농도에 큰 영향을 받는데, 최근 산업화와 도시화의 영향으로 대기 중 이산화탄소가 증가하였기에 그 영향이 더 커지고 있다. 콘크리트의 탄산화 저항성을 연구하는 것은 중요하며, 다양한 방법으로 연구되고 있다. 기계학습에 의한 탄산화 진행 예측은 그 중의 하나로 최근 관심이 집중되고 있는 분야이다. 본 연구에서는 탄산화 속도계수를 딥러닝 알고리즘을 이용하여 예측하고자 한하며, 그 과정 중 하나로 콘크리트의 탄산화 예측에 적합한 딥러닝 알고리즘을 확인하고자 한다.

## 2. 분석 개요

분석에 이용된 콘크리트의 탄산화는 촉진탄산화 실험 결과로 국내 및 해외에서 20년간 게재된 논문에서 300개의 데이터를 선정하였다. 콘크리트 탄산화 속도계수를 구하기 위한 변수로는 W/B 및 시멘트와 고로슬래그, 플라이애쉬의 혼입량과 배합에 따른 탄산화 속도계수를 설정하였고, 분석에 사용한 탄산화 속도계수는 환경조건을 동일하게 보정하여 분석을 진행하였다. 표 1은 학습에 이용한 활성화 함수의 종류와 분석 조건들을 보여준다. 분석 변수로 설정한 활성화 함수는 미분을 통해 가중치의 역전파가 가능한 비선형 함수들을 설정하였으며, 그림 1은 변수로 사용한 활성화 함수를 보여준다. 또한 딥러닝 알고리즘 학습속도의 개선과 과적합 방지를 위하여 drop out을 이용하였으며, 그 값으로는 layer별로 50%를 적용하였다. 학습은 Tensor Board를 통하여 학습모델의 평균 절대값 오차율(MAPE)을 저장하는 것으로 확인하였으며, 학습이 완료된 뒤, 학습에 사용되지 않은 표본을 이용하여, 학습된 모델을 통해 얻은 탄산화 속도 계수 예측 값과 표본 데이터의 값을 비교하여 오차를 확인하였다.

표 1. 딥러닝 알고리즘 학습에 사용한 분석 조건

Training Type	Activation Function	Optimizer	Nodes	Hidden Layer
Error - Backpropagation	Sigmoid, ReLU, Leaky_ReLU	Adam	1000	5

\* 한양대학교 건축시스템공학과 석사과정

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

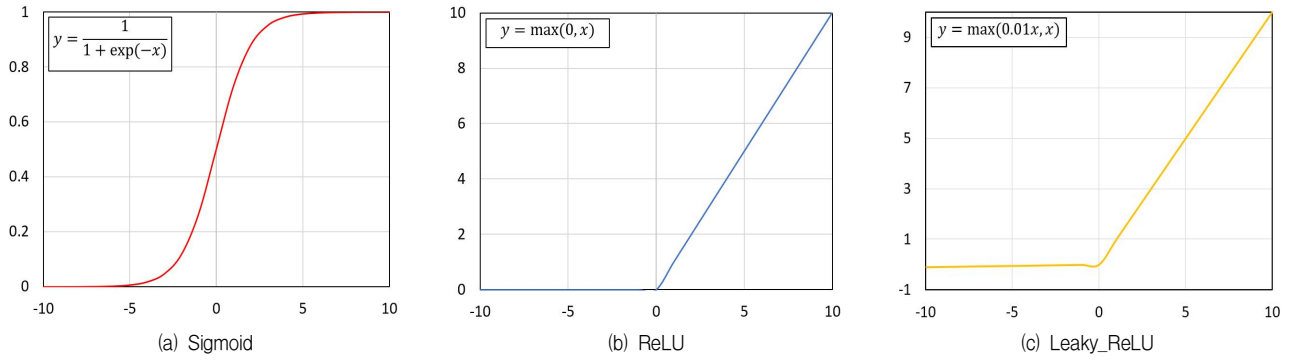


그림 1. 학습에 사용된 알고리즘 함수

### 3. 분석 결과

그림 1은 알고리즘에 따른 딥러닝 학습모델의 MAPE를 보여준다. MAPE는 학습에 사용되지 않은 데이터의 값과 딥러닝 알고리즘을 통한 예측값을 통해 나왔으며, 그 결과는 그림 2와 같다. Sigmoid 함수를 사용한 학습모델의 MAPE는 70.3%, ReLU 함수를 사용한 학습모델의 MAPE는 12.6%, Leaky\_ReLU 함수를 사용한 학습모델의 MAPE는 21.9%로 확인되었다. 이를 통해 Sigmoid 활성화 함수가 탄산화 예측에는 적합하지 않음을 확인하였다.

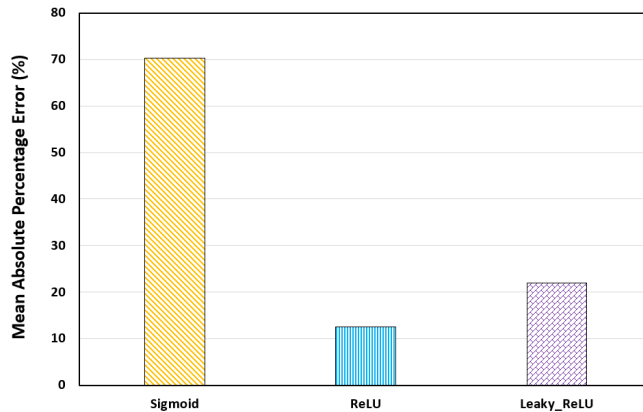


그림 2. 알고리즘 별 MAPE 결과

### 4. 결 론

본 연구의 범위 내에서 ReLU계열 활성화 함수를 사용한 학습결과가 다른 활성화 함수를 사용한 학습결과보다 작은 오차율을 보였으며, 추후 학습데이터의 증가 및 검증 데이터의 확충을 통해 ReLU 및 ReLU를 개선한 알고리즘의 학습성능 여부를 확인하고자 한다.

### Acknowledgement

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

### 참 고 문 헌

1. 阿部道彦, 栢田佳寛, 田中 齐, 柳 啓, 和泉意登志, 友澤史紀, 콘크리트의 促進中性化試驗方法の評價に関する研究 日本建築學會構造系論文報告集, 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., 100(15), 2015