

# LSTM-GRU 모델을 활용한 실시간 수위 예측 시스템 구현

조민우\* · 정한결 · 박범진 · 임하란 · 임인애 · 정희경

배재대학교

## Implementation of real-time water level prediction system using LSTM-GRU model

Minwoo Cho\* · HanGyeol Jeong · Bumjin Park · Haran Im · Ine Lim · Heokyung Jung

Paichai University

E-mail : kcjmw1208@kakao.com / whd6023@naver.com / pbj0101@naver.com /

xialan@mcea.co.kr / ine@mcea.co.kr / hkjung@pcu.ac.kr

### 요 약

이상 기후로 인한 자연 재해는 지속적으로 증가하고 있으며, 자연재해 중 가장 많은 피해를 입히는 유형은 폭우, 태풍 등으로 인한 수해 피해로 이러한 재해는 홍수를 동반하여 더욱 큰 피해를 입히기도 한다. 따라서, 홍수 피해를 줄이기 위해 본 논문에서는 LSTM과 GRU를 활용하여 실시간으로 홍수의 주요 파라미터인 수위를 실시간으로 예측할 수 있는 시스템을 제안한다. 홍수 예측을 위해 사용된 입력 데이터는 하천의 상류 및 하류 수위, 기온, 습도, 강수량이 사용되며, 사전에 학습된 LSTM-GRU 모델을 통해 실시간 예측을 진행한다. 입력 데이터는 과거 20시간의 데이터를 활용하여 향후 3시간의 수위를 예측한다. 본 논문에서 제안한 시스템을 통해 위험도 판별 기능을 추가하고 홍수에 노출된 사람들에게 대피 명령을 내릴 수 있다면 홍수로 인한 많은 피해를 줄일 수 있을 것으로 사료된다.

### ABSTRACT

Natural disasters caused by abnormal climates are continuously increasing, and the types of natural disasters that cause the most damage are flood damage caused by heavy rains and typhoons. Therefore, in order to reduce flood damage, this paper proposes a system that can predict the water level, a major parameter of flood, in real time using LSTM and GRU. The input data used for flood prediction are upstream and downstream water levels, temperature, humidity, and precipitation, and real-time prediction is performed through the pre-trained LSTM-GRU model. The input data uses data from the past 20 hours to predict the water level for the next 3 hours. Through the system proposed in this paper, if the risk determination function can be added and an evacuation order can be issued to the people exposed to the flood, it is thought that a lot of damage caused by the flood can be reduced.

### 키워드

Flood, Gated Recurrent unit, Long-Short Term Memory, Real-time system, Time series data

### 1. 서 론

지구온난화는 세계적으로 심각한 문제이며, 이로 인해 자연재해 발생 빈도와 그에 따른 피해가 증가하고 있다. 또한, 이러한 빈도와 강도는 지속적으로 증가할 것으로 예상된다. 자연재해 중 가장 많은 비중을 차지하는 것은 폭우, 태풍 등으로 인한 수해 피해이다. 이러한 피해는 홍수를 유발하고

홍수에 노출된 사람들의 인명 및 재산 피해를 야기한다[1,2].

이러한 홍수 피해를 줄이기 위해 가장 중요한 것은 시기적절한 대피를 결정할 수 있어야 한다. 사전에 하천, 댐 등에 대해 경계값을 지정하고, 수위를 미리 예측하여 피해가 발생할 것으로 생각되면 적절한 시기에 대피를 통해 피해를 줄일 수 있다. 세계 각지에서 홍수 관리를 위해 많은 연구가 이루어지고 있으며 본 논문에서는 사전에 학습된

\* speaker

수위 예측 모델을 통해 실시간으로 수위를 예측할 수 있는 시스템을 제안한다[3,4].

## II. 본 론

홍수 관리를 위한 많은 연구가 진행되고 있는데, 홍수 예측에 사용되는 방법은 크게 수문학적 모델과 데이터 기반 모델이 존재한다. 수문학적 모델은 수문의 특성을 분석하여 물리적 법칙을 통해 합류 방정식을 도출하게 된다. 데이터 기반 모델의 경우에는 관측 데이터를 기반으로 머신러닝 및 딥러닝을 활용하여 수위를 예측하게 된다. 본 논문에선 데이터 기반 모델을 기반으로 사전에 학습된 모델을 활용한다.

데이터로 사용하고 성능 비교 실험을 진행하였다.

### 2.1 사전 학습된 수위 예측 모델

본 논문에서 실시간 수위 예측을 위해 사용된 모델은 Long Short-Term Memory (LSTM)과 Gated Recurrent Units (GRU)로 구성된다. 모델의 구성은 그림 1과 같으며, 학습을 위해 사용된 데이터는 2013년 10월 2일부터 2022년 6월 9일까지의 데이터로, 총 76,128개의 수위 데이터와 기상 데이터가 사용되었다. 각 데이터는 수자원 관리 종합 정보 시스템과 기상청 날씨누리에서 참조하였다[5,6]. 해당 모델은 여주보의 상류 및 하류의 수위 데이터와 기상청에서 제공하는 방재기상관측 데이터가 사용되었다. 수문학에서 주로 사용되는 NSE 값으로 모델의 성능을 평가하였으며, 94.2%의 좋은 결과를 보였다. 그림 1은 모델의 구성을 나타내는 그래프이며, 그림 2는 모델의 관측값과 예측값을 비교한 그래프이다.

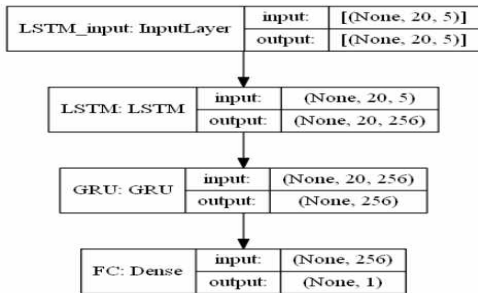


그림 1. Construction diagram of water level prediction model



그림 2. Comparison graph of observed and predicted values of a pretrained model

모델의 입력 데이터의 경우 상류 및 하류 수위, 기온, 습도, 강수량으로 구성되며 1시간 간격으로 구성된 20개의 데이터를 사용하였다. 과거 20시간의 데이터를 입력 데이터로 사용하여 출력 데이터는 향후 3시간의 하류 수위 데이터가 출력된다. 상류의 물이 불어나게 되면 하류에 수위가 급격히 증가하여 홍수를 야기할 수 있기 때문에 하류 수위를 예측하도록 모델을 구성하였다.

### 2.2 시스템 구성

그림 3은 전체 시스템에 대한 구성도를 나타낸다.

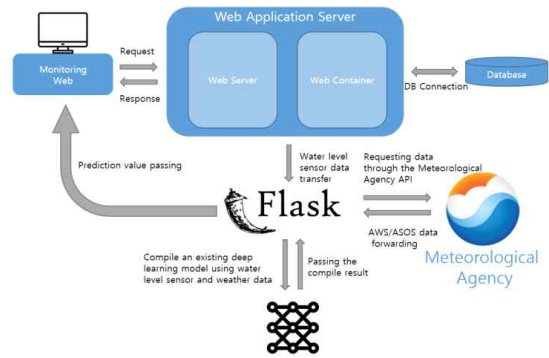


그림 3. System diagram

먼저 웹 기반의 모니터링 시스템을 통하여 사용자가 예측값을 요청하게 되면, WAS를 통해 데이터베이스에 저장된 수위 센서 값을 받아오게 된다. 이 때, 데이터베이스에는 센서로부터 측정된 값이 저장되어 있다. 또한, 받은 값을 통해 웹 서버에서 플라스크 서버로 값을 전송하게 되고, 플라스크 서버에선 기상 데이터를 실시간으로 받아와 사전에 학습된 모델을 통해 예측값을 다시 웹 서버로 반환한다. 반환된 값을 사용자가 모니터링 시스템을 통해 확인할 수 있다.

### 2.3 구현 결과

모니터링 시스템의 경우 WAS는 Java 기반의 전자정부 프레임워크를 사용하여 구현하였다. 웹 서버로 Tomcat을 사용하였고 템플릿 엔진으로 JSP를 사용하였다. 표 1은 전체적인 개발 환경을 나타낸다.

표 1. Training and validation results

Web Application Server	eGovFramework 3.10.0
Web Server	Apache Tomcat 9.0.46
Template engine	JSP
OS	Windows 10

모니터링 시스템을 통해 사용자가 수위 확인 페이지에 접속하게 되면, DB에 적재된 최근 20개의 수위 데이터와 향후 3시간의 예측된 값을 확인할 수 있도록 구현하였다. 향후 3시간의 예측 값을 받아오기 위해 모니터링 시스템은 Python 기반의 Fla

sk 서버에 요청을 하게 되며 Flask 서버에서 기상청 API를 통해 20시간의 ASOS 데이터를 가져오며 수위 데이터와 결합하여 입력 데이터를 구성한다. 구성된 입력 데이터를 사전에 학습된 모델을 통해 예측값을 얻어 다시 모니터링 시스템으로 반환하는 구조이다. 최종 결과 화면은 그림 4와 같다.

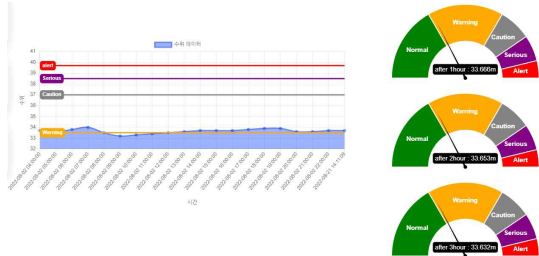


그림 4. Water level forecast page

### III. 결 론

본 논문을 통하여 사전에 학습된 수위 예측 모델을 활용하여 향후 3시간의 데이터를 실시간으로 예측할 수 있는 실시간 수위 예측 시스템을 제안한다. 단순히 홍수를 예측하기 위해 제안된 딥러닝 모델은 많이 연구되고 있지만, 모델을 실제로 적용하여 사용하는 것은 아직 시행되지 않고 있다. 따라서 본 논문을 통해 실제 수위 예측을 위해 실시간으로 적용한다면 홍수 피해를 방지할 수 있을 것이라고 판단한다. 그러나 아직 단순히 수위만 예측할 뿐, 실제 사람들에게 안내하는 것은 구현되지 않았다. 향후 연구로 모바일 어플리케이션을 통해 근처 사용자들의 위치를 파악한 후 대피가 필요한 수위에 도달한다면 경고 메시지를 보내주는 자동화 시스템에 대해 연구하고자 한다.

### Acknowledgement

This study was carried out with the support of R&D Program for Forest Science Technology (Project No. 2021340A00-2123-CD01) provided by Korea Forest Service (Korea Forestry Promotion Institute).

### References

[1] United Nations Office for Disaster Risk Reduction (UNDRR). V. L. Joris, and M. Denis. (2020). The human cost of disasters: an overview of the last 20 years (2000-2019), [Internet]. Available : <https://www.undrr.org/publication/human-cost-disasters-overview-last-20-years-2000-2019>

[2] IPCC. Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate; IPCC: Geneva, Switzerland, 2019.

[3] M. W. Cho, C. S. Kim, K.W. Jung, and H.K. Jung. "Water Level Prediction Model Applying a Long Short-Term Memory (LSTM)-Gated Recurrent Unit (GRU) Method for Flood Prediction," *Water*, Vol. 14, No. 14,4, 2022.

[4] S. H. Park, and H. J. Kim, "Design of Artificial Intelligence Water Level Prediction System for Prediction of River Flood," *Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering*, Vol. 24, No. 2, pp. 198-203, Feb. 2020.

[5] National Water Resources Management Comprehensive Information System [Internet]. Available: <http://www.wamis.go.kr/>

[6] Weather data open portal [Internet]. Available: <https://data.kma.go.kr/>