

# 스마트그리드 환경에서의 인공지능을 활용한 선불형 전력산업 시스템 설계

문주현\*, 조선옥\*\*, 신용태\*\*\*

\*숭실대학교 컴퓨터학과

\*\* (주)라임컴퍼니

\*\*\*숭실대학교 컴퓨터학부

\*email:hoopster@soongsil.ac.kr

## Design of Pre-paid Electricity Industry System Using Artificial Intelligence in Smart Grid

Ju-Hyeon Moon\*, Sun-Ok Cho\*\*, Yong-Tae Shin\*

\*Dept of Computer Science, Soongsil University.

\*\*Corp. LIME Company.

### 요 약

국내의 전력 산업은 부정확한 전력수요 예측으로 전력부족과 공급과잉의 주기적 반복이 발생하여 전력 과생산, 에너지 낭비, 전력 과소비와 요금 체납 등의 문제가 발생하고 있다. 이를 해결하기 위해 본 논문에서는 LSTM 알고리즘을 사용하여 전력사용량 예측하고, 정량의 전력을 선구입 할 수 있도록 설계하였다. 제안하는 시스템은 스마트그리드 환경과 인공지능으로 정량의 전기를 구입 할 수 없는 기존의 전력 산업 문제를 보완하여 소비자의 전기요금 절감과 에너지 절약이 가능하다.

### 1. 서론

국내의 전력 산업은 부정확한 전력수요 예측으로 전력 부족과 공급과잉의 주기적 반복이 발생하여 전력의 과생산과 에너지 낭비가 발생하고 있다.

기존의 후불형 전기요금제는 정확한 사용량을 예측하지 못해 전력 과소비, 요금 체납 등의 문제가 발생하고 있다. 선불형 전기 요금제는 기존의 후불제 방식의 문제점을 해소하고자 전기요금을 미리 납부하고, 지불한 만큼의 에너지를 사용하는 방식으로 필리핀, 중국, 영국 등 해외 여러 나라에서 에너지 절약정책의 일환으로 도입 활성화 되고 있다. 그러나 소비자는 정확한 전기 사용량을 미리 예측하지 못하기 때문에, 선불형 요금제를 사용해도 후불형 요금제와 같이 정량의 전기를 구입하여 사용하기 어렵다는 문제가 존재한다.

제안하는 스마트그리드 환경에서의 인공지능을 활용한 선불형 전력산업 시스템은 스마트그리드 환경의 센서를 활용하여 실시간으로 전기사용량을 측정하고, 데이터를 축적한다. 축적된 데이터를 바탕으로 인공지능으로 데이터 분석, 학습, 예측의 단계로 미리 사용할 전기의 양을 예측한다. 소비자는 인공지능이 예측한 값을 토대로 정량의 전기를 구입할 수 있는 시스템이다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 스마트그리드와 인공지능, 인공지능의 주요 알고리즘인 순환신경망과 LSTM 신경망에 대해 살펴본다. 3장에서는 제안하는 스마트그리드 환경에서의 인공지능을 활용한 전력산업 시스템

의 구조, 인공지능 시스템, 선불형 전력구입 어플리케이션에 대해 설계한다. 마지막 4장에서는 결론을 제시한다.

### 2. 관련연구

#### 2. 1. 스마트그리드

스마트그리드는 기존의 전력망에 전기·정보통신 기술을 접목하여 전력망을 지능화·고도화함으로써 고품질의 전력서비스를 제공하고 에너지 이용효율을 극대화하는 차세대 전력망으로 소비자와 공급자인 전력회사가 실시간으로 정보를 주고받는 것이 스마트그리드의 핵심이다[1].

스마트그리드는 스마트 인프라 시스템, 스마트 매니지먼트 시스템, 스마트 프로텍션 시스템 3가지로 구성된다. 스마트 인프라 시스템은 첨단 통신 기술을 기반으로 전력 생산, 전력 배달과 전력 소비 과정을 지원하여 스마트그리드의 기반이 되는 정보·통신 인프라 시스템이다. 스마트 매니지먼트 시스템은 스마트 인프라 시스템의 서브시스템으로 스마트그리드의 고급 관리와 제어 서비스를 지원하는 시스템이다. 스마트 프로텍션 시스템은 스마트그리드의 장애 보호와 개인 정보 보호, 신뢰성 분석을 지원하는 시스템이다[2].

#### 2. 2. 인공지능

인공지능은 데이터를 기반으로 컴퓨터 스스로 학습하는 공학의 한분야로 구글의 AlphaGo와 같은 딥러닝 기술의 등장과 4차 산업혁명의 핵심 기술로 떠오르면서 많은

관심과 학술 연구가 진행되고 있다.

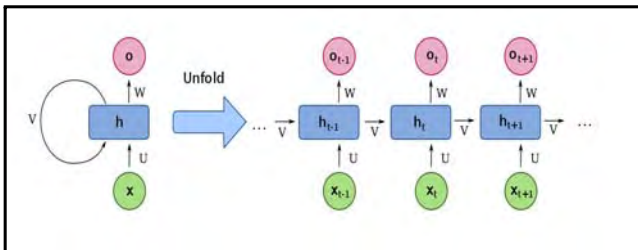
인공지능의 한 분야인 머신러닝은 컴퓨터가 학습을 수행할 수 있는 알고리즘과 기술을 개발하는 분야이다. 머신러닝은 근래의 급속한 발전을 통해 일상에 깊숙이 들어와 이미지 인식, 음성인식, 자동 통·번역, 날씨 예측 등 머신러닝을 활용한 다양한 종류의 서비스들이 생겨나고 있다.

### 2. 2. 1. 순환신경망

순환신경망(Recurrent Neural Network; RNN) 알고리즘은 인공신경망 중 상관관계가 존재하는 연속된 데이터를 입력데이터로 사용하는 딥러닝의 주요 알고리즘 중 하나로 주가, 음성, 센서 데이터와 같이 연속적인 시계열 데이터를 사용하는 머신러닝에 적합한 알고리즘이다[3].

순환신경망 알고리즘은 기존의 인공신경망 알고리즘과 다르게 모든 입력 시퀀스에 대하여 연산을 수행하는 시점에서의 출력 데이터가 이전에 수행했던 연산에 영향을 받는 것이 특징이다. 그러나 RNN은 최근의 입력데이터에 가장 강한 영향을 받기 때문에, 입력 데이터와 출력 데이터 사이의 시간의 거리가 멀어질수록 두 데이터 사이의 관계를 학습하는 것이 어려워지는 장기 의존성 문제가 존재한다.

(그림 1)은 순환신경망의 구조를 나타낸다.

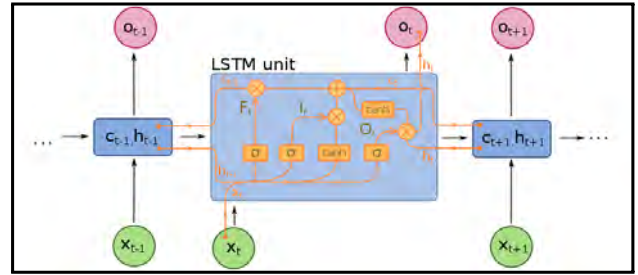


(그림 1) 순환신경망의 구조

### 2. 2. 2. LSTM-RNN

LSTM(Long-Short Term Memory)은 1997년 Sepp Hochreiter & Jurgen Schmidhuber가 제안한 변형 RNN으로 전통적인 RNN의 장기 의존성 문제를 셀 스테이트(Cell State)를 통해 해결하였다. LSTM의 셀 스테이트는 미터너한 선형 연산을 거치고 순환신경망의 전체를 관통하여 데이터는 큰 변함없이 다음 단계로 전달될 수 있기 때문에 RNN의 장기 의존성 문제를 해결할 수 있다[4].

(그림 2)는 LSTM의 구조를 나타낸다.

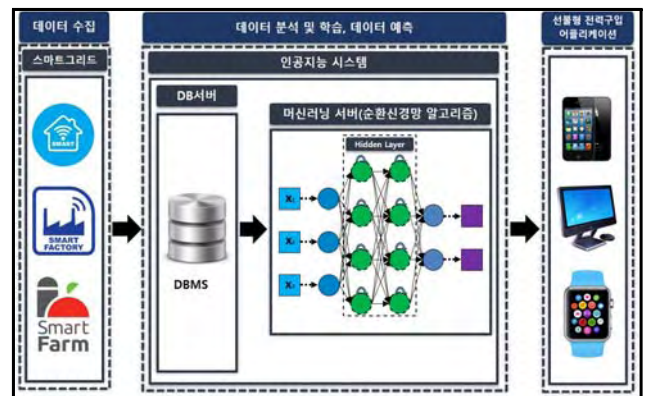


(그림 2) LSTM의 구조

## 3. 제안하는 시스템 설계

### 3.1 제안하는 시스템 구조

(그림 3)은 스마트그리드 환경에서의 인공지능을 활용한 선불형 전력산업 시스템의 구조를 나타낸다.



(그림 3) 스마트그리드 환경에서의 인공지능을 활용한 선불형 전력산업 시스템의 구조

제안하는 시스템은 전력 데이터를 수집하는 스마트그리드 환경, 데이터 분석과 데이터 학습, 데이터를 예측하는 인공지능 시스템, 소비자가 예측데이터를 조회하고 전력을 구입할 수 있는 어플리케이션으로 구성된다.

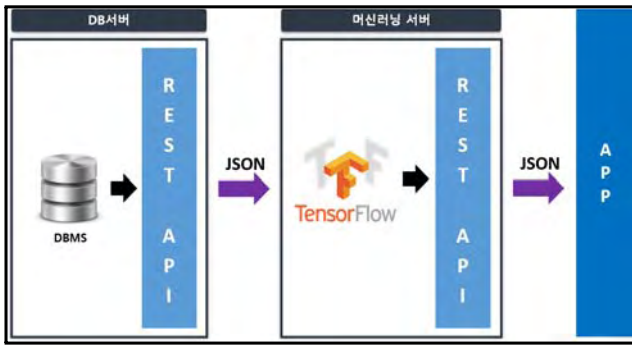
스마트그리드 환경은 AMI(Advanced Metering Infrastructure)를 활용하여 사용되는 소비 전력량을 측정하고, 스마트 센서를 활용하여 온도, 습도, 날씨 등 스마트그리드 환경에서 발생하는 정보들을 수집하여 인공지능 시스템의 DB서버로 데이터를 전송한다.

인공지능 시스템은 DB서버와 머신러닝 서버로 구성된다. DB서버는 스마트그리드 환경에서 수집되는 정보를 축적하여 저장한다. 머신러닝 서버는 순환신경망 알고리즘을 사용하여 구성한다.

선불형 전력구입 어플리케이션은 반응형 웹 어플리케이션으로 스마트폰, PC 등 모든 스마트기기에서 동작 UX/UI를 구성한다. 어플리케이션은 사용자가 인공지능 시스템에서 예측된 전력사용 예측량을 조회하여 전력을 선구매할 수 있는 시스템을 구축한다.

### 3. 2 인공지능 시스템

(그림 4)는 인공지능 시스템의 구조를 나타낸다.



(그림 4) 인공지능 시스템의 구조

인공지능 시스템의 DB서버는 수집된 데이터를 머신러닝 서버와 실시간으로 공유하기 위해 REST API를 활용하여 머신러닝 서버의 TensorFlow에 JSON 형태의 DataSet을 전송한다.

머신러닝 서버의 TensorFlow는 학습모듈과 예측모듈로 구분하여, 학습모듈은 DB서버에서 전송된 JSON 형태의 DataSet을 파싱하여, 순환신경망 모델인 LSTM을 활용하여 MSE(Mean Squared Error, 평균 제곱 오차)와 Adam(Adaptive Moment Estimation)을 활용하여 100개의 LSTM Cell과 12개의 Input Layer로 구성하고, 수집된 데이터를 학습하여 학습된 결과를 모델파일로 저장한다. 예측모듈은 학습모듈에서 학습된 결과인 모델파일을 기반으로 시계열 예측을 실시한다.

머신러닝 서버는 TensorFlow에서 예측된 데이터를 REST API를 활용하여 선불형 전력구입 어플리케이션에 JSON 형태로 전송한다.

### 3. 3 선불형 전력구입 어플리케이션

선불형 전력구입 어플리케이션은 스마트기기에서 동작하도록 반응형 웹 어플리케이션으로 UX/UI를 구성하며, 인공지능 시스템과 REST 방식으로 JSON 데이터를 송수신한다. 선불형 전력구입 어플리케이션은 인공지능 시스템의 머신러닝 서버에서 예측된 전력량을 소비자에게 제공하고, 소비자는 예측된 전력량을 바탕으로 선불형 전력구입 어플리케이션을 통해 다음 달 사용할 전력량의 전기요금을 전력공급자에게 미리 지불한다.

## 4. 결론

본 논문에서는 스마트그리드 환경에서의 인공지능을 활용한 선불형 전력산업 시스템 설계를 제안하였다. 제안하는 시스템은 순환신경망을 활용한 인공지능 시스템으로 전력사용량을 미리 예측하고, 전력을 선불로 구매 할 수 있기 때문에 전력 사용량이 불분명한 기존의 선불형 전력 시스템보다 정량에 가까운 전력을 구매할 수 있도록 설계하였다. 스마트그리드 환경에서 수집되는 데이터의 실시간 전송을 위하여 DB서버에 REST API를 구축하여 머신러닝 서버에 JSON

형태의 DataSet을 전송하도록 설계하였다. 머신러닝 서버는 시계열 데이터 분석과 데이터 예측에 적합한 순환신경망 LSTM을 기반으로 딥러닝 플랫폼인 TensorFlow를 활용하여 전력사용량 예측을 지원하였다. 선불형 전력구입 어플리케이션은 예측된 전력량만큼의 전기를 소비자가 전력공급자로부터 선구입할 수 있도록 지원하였다.

본 논문에서 제안하는 스마트그리드 환경에서 인공지능을 활용한 선불형 전력산업 시스템은 스마트그리드 환경과 인공지능으로 정량의 전기를 구입 할 수 없는 기존의 선불형 요금제의 문제를 보완하여 소비자의 전기요금 절감과 에너지 절약이 가능하다. 향후 본 논문에서 제안한 스마트그리드 환경에서의 인공지능을 활용한 선불형 전력산업 시스템의 구축이 필요하다.

## Acknowledgement

본 논문은 중소벤처기업부에서 지원하는 2018년도 산학연협력 기술개발사업(No. S2632389)의 연구수행으로 인한 결과물임을 밝힙니다.

## 참고문헌

[1] 이명규, 김선형. "스마트그리드 기술 분석과 국내·외 정책동향 분석", Journal of KIIT. Vol. 11. No. 8. pp. 181-187, 2013

[2] X. Fang, S. Misra, G. Xue and D. Yang, "Smart Grid - The New and Improved Power Grid: A Survey", in IEEE Communications Surveys & Tutorials, Vol. 14, No. 4, pp. 944-980, 2012.

[3] 유승열, 이재철, 이종현, 황호진, 이순섭 "순환신경망 기법을 이용한 스파 플랫폼의 시계열데이터 필터링에 관한 연구", Journal of the Korean Society of Marine Engineering, Vol. 43, No. 1, pp. 8~17, 2019.

[4] Sepp Hochreiter, Jürgen Schmidhuber, "LSTM CAN SOLVE HARD LONG TIME LAG PROBLEMS" Neural computation, Vol. 9, Issue. 8, pp. 1735~1780, 1997.