

# Split Learning 기반 타 발전소 data 를 활용한 태양광 발전량 예측

박인지, 송근주, 김홍석  
서강대학교

inji@sogang.ac.kr, kjsong4089@sogang.ac.kr, hongseok@sogang.ac.kr

## Split Learning based PV Power Forecasting using Other PV Site Data

Park In Ji, Song Keun Ju, Kim Hong Seok  
Sogang Univ.

### 요 약

본 논문은 태양광발전 예측을 위한 학습 모델을 제시한다. 학습 성능을 향상시키기 위해 학습 데이터에 기상정보와 추가적으로 인근 다른 태양광 발전소의 발전량을 넣고, 학습을 시킨다. 타 발전소의 정보를 사용할 때에 생길 수 있는 privacy 문제를 해결하고자 Split Learning 을 사용했다. 학습결과, 다른 태양광 발전소의 발전량을 넣고 학습했을 때에 더 향상된 성능을 보임을 확인하였다.

### I. 서 론

본 논문에서는 태양광 예측을 위해 기상정보에 더해 학습 데이터로 인근 태양광 발전소의 data를 추가하여 Split Learning을 사용했다. 과거 자신의 데이터를 학습시켜 발전량을 예측하면, 예측 값이 잘 나오지만 신설 발전소처럼 과거 data가 부족한 발전소의 경우 인근 타 발전소의 발전량 data를 사용해 볼 수 있다. 하지만 다른 태양광 발전사업자의 data를 사용할 경우 privacy issue가 발생할 수 있다. 본 논문에서는 이러한 privacy issue를 피하기 위해 data sharing이 필요 없는 Split Learning 모델을 사용했다.[1]

Split Learning 이란 Neural network를 두 개의 다른 part로 나눈 것이다. 나누어진 경계 layer를 Split layer라고 했을 때, forward propagation 하는 동안에 split layer의 activation 값이 공유되고, client가 backpropagation 하는 동안에는 server의 첫 번째 layer의 gradient가 공유된다. Split Learning의 구조로는 가장 간단한 구조인 Simple vanilla split learning, U-shape Split learning without label sharing 구조 등이 있으며, 이번 논문에서는 Simple Vanilla Split Learning을 사용했다.[2]

### II. 본론

#### 1) 사용 Data

본 논문에서 태양광 예측을 위한 학습 데이터로 기상요소와 인근 타 태양광발전소의 발전량을 사용했다. 사용한 태양광 발전량 데이터는 한국전력공사에서 제공한 국내 태양광발전소 데이터를 사용했다. 태양광 발전 데이터는 1 시간 단위 데이터이고, 총 698 일을 사용하였고, 이 중 558 일은 학습 데이터로 70 일은 각각 유효성 데이터와 테스트 데이터로 사용하였다. 타 태양광 발전소의 선정은 위도 경도를 기준으로 했을 때, 가장 가까운 발전소를 선정하여 발전량을 사용했다. 기상요소로는 국내 기상청 테

이터인 종관기상관측(ASOS) 자료의 기온, 바람, 습도, 구름량의 데이터를 사용하였다.[3] 기상정보 입력만으로 다중 퍼셉트론 신경망을 학습시켰을 때 보다 인근 태양광 발전소의 발전량 data를 추가했을 때, 더 좋은 성능을 얻을 수 있었다.

#### 2) 학습 모델

학습에 사용한 Split Learning 모델은 Simple Vanilla Split Learning 구조로 기존의 다중 퍼셉트론을 Server와 Client 둘로 나눈 구조이다. 전체 모델의 구성은 내부에 3 개의 은닉층이 있고, 각 은닉층은 모두 256 개의 뉴런 수를 갖는다. Server 쪽에는 Input layer 과 Hidden layer 총 2 개로 되어있고, Input 으로는 온도, 바람, 습도, 구름의 기상요소와 인근 타 발전소의 발전량 데이터를 넣었으며, 기간별로 각각 24 차원을 가져 120 차원의 형태를 가진다. Client 쪽은 두 번째 은닉층에서부터 1 시간 단위의 태양광 발전량으로 되어있는 24 차원의 형태를 가지는 출력 데이터로 구성되어 있다. Client 에서 Backpropagation 할 때 gaussian noise 를 추가시켰다.

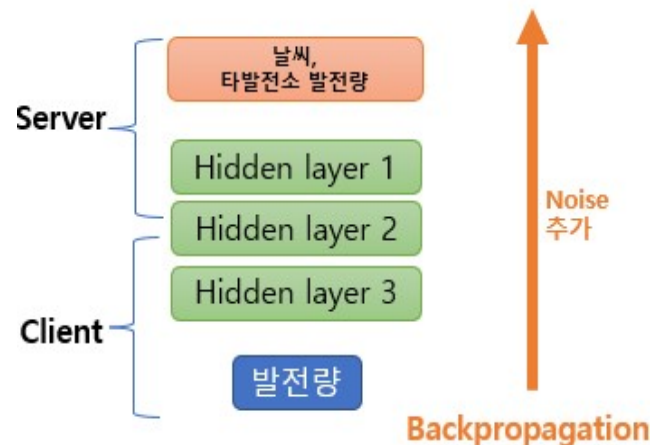


그림 1. Split Learning 모델 구조

Hyperparameter	Value
Batch size	16
Learning rate	0.00001
Activation Function	ReLU
Optimizer	Adam
epoch	2500
Loss Function	MSE

표 1. Split Learning 모델의 Hyperparameter

## 3) 실험결과

성능 평가를 위해 인근 태양광발전소의 발전량 data 를 학습 데이터로 추가한 Split Learning 모델을 기존의 기상 data 만 사용한 다중 퍼셉트론과 비교하였다. 실험 대상은 경북지역의 13 개 태양광 site 를 선택했다. 경북지역은 총 17 개의 기상관측소를 사용했는데, 이 중 4 개의 기상관측소는 단일 발전소만 포함하고 있어 타 발전소를 추가할 수 없어 제외하였다. 13 개의 각각 다른 기상관측소를 사용하는 발전소 중에서 설비용량이 제일 큰 발전소에 대해 학습시켜 보았다.

태양광 site	예측 오차 [% , NMAE]		성능 개선률[%]
	MLP	Split Learning	
썬가든태양광발전기	9.43	8.37	11.24
김천에너지태양광	8.57	8.02	6.42
만운저수지태양광	8.82	6.87	22.11
진양 23 호태양광	8.43	6.23	26.10
제 2 수송단태양광	8.50	7.81	8.12
수식리태양광	9.38	7.9	15.78
씨그마영주태양광	7.04	5.23	25.71
지에이치에너지태양광	7.72	6.92	10.36
솔라파워태양광	11.00	6.53	40.64
오태 2 수상태양광	8.08	5.94	26.49
군위솔라태양광	9.67	9.2	4.86
우도경주태양광	7.91	6.01	24.02

표 2. 발전량 예측 오차

표 2 의 MLP 예측 오차 값은 기상 데이터만을 학습시킨 다중 퍼셉트론 모델의 결과이고, Split Learning 모델의 예측 오차 값은 타 발전소 발전량 data 를 추가하여 학습한 모델의 예측 오차 값이다. 태양광 예측 결과는 이

용률 10% 이상, 낮 시간대에 대해서만 보았다. 모델 예측 성능 지표는 Normalized Mean Absolute Error(NMAE)를 이용했다. 실험 결과 타 발전소 발전량 data 를 추가하여 학습한 모델의 예측 오차의 성능 개선율은 평균적으로 18.49%로 기존 모델에 비해 향상한 결과를 보였다.

## III. 결론

본 논문에서는 태양광 발전량 데이터를 예측할 때, 학습을 위해 타 발전소의 발전량을 privacy 문제없이 활용하는 Split learning 학습방법을 제안하였다. 이를 통해 인근 태양광발전소 data 를 활용하여 향상된 예측 성능을 볼 수 있었다. 다른 지역의 태양광 발전량 데이터를 예측할 때에도 향상된 성능을 보일 것으로 기대된다. 또한 동일한 기상 데이터를 공유하는 태양광 site 에 대해서는 다수의 Client 가 Server 를 공유하는 모델을 구현할 수 있을 것으로 기대된다.

## 참 고 문 헌

- [1] Abhishek Singh, Praneeth Vepakomma, Otkrist Gupta, and Ramesh Raskar. Detailed comparison of communication efficiency of split learning and federated learning. arXiv preprint arXiv:1909.09145, 2019.
- [2] Vepakomma, P., Gupta, O., Swedish, T., and Raskar, R. Split learning for health: Distributed deep learning without sharing raw patient data. CoRR, abs/1812.00564, 2018. URL <http://arxiv.org/abs/1812.00564>.
- [3] "중관기상관측(ASOS)", 기상청. URL <https://data.kma.go.kr/data/grnd/selectAsosRltnList.do?pgmNo=36>