

## 기상 위성 자료를 활용한 지면온도 측정

김조현<sup>\*</sup>·김재훈<sup>\*\*</sup>·나상우<sup>\*\*\*</sup>·백대환<sup>\*\*\*\*</sup>

# Measurement of Ground Temperature Using Meteorological Satellite Data

## 요약

인공위성 자료를 활용한 지면 온도 측정은 여러 밴드의 자료를 알고리즘을 활용하여 산출한다. 본 연구에서는 데이터 기반 예측모델을 통하여 지면 온도를 예측 할 수 있다. 하지만, 기존 인공위성 자료만 활용하기에는 결측치가 많아, 데이터 전처리가 필요하다. 이 후, SVR(Support Vector Regressor), kNN(k-Nearest Neighbor), XG Boost Regressor, LGBM Regressor, LSTM(Long Short-Term Memory)을 활용하여 지면 온도를 산출하였다. 각 모델 별 최적화 후, 예측 성능을 비교하였다. 본 연구의 결과 LSTM의 경우  $R^2:0.722$ , RMSE:2.95를 보여 최적의 모델로 선택하였다.

*Key words : Meteorological Satellite Data, SVR, kNN, XGBoost, LGBM, LSTM*

## 1. 서론

최근 지구온난화로 인해 폭염이나 한파 등의 전 지구적 이상기후 현상이 빈번히 발생한다. 이로 인해 작물 생산에 어려움이 있다. 특히 토양의 온도는 식물의 생육, 미생물의 활동, 토양생성작용 등에 중요한 요소이다. 토양온도가 낮아지면 유기물의 분해가 늦어져 다량으로 쌓이게 되고, 온도가 높아지면 유기물의 분해가 빨라 무기화작용이 촉진된다. 그러므로, 식물의 성장에는 지표 온도를 관측하여 조치를 치하는 것이 중요하다. 기존의 지면온도 측정 방법에서는 온도계 구부가 지면에 노출되지 않을 정도로 낮게 묻고 모세관 윗부분이 약간 위로 치켜지도록 지주를 세워 둔다. 하지만 날씨가 좋지 않을 때 바람과 비로 인하여 온도계의 수감 부가 노출되기 쉽고, 일사나 지면 상태에 따른 변화가 심하여 일정한 상태를 유지하면서 관측한다는 것은 매우 어렵다. 따라서 인공위성 데이터를 이용하여 지면온도를 예측하면 기상날씨에 영향을 받지 않고 기록할 수 있다. 지면온도의 관측 값은 농업기상의 한 요소로 중요할 뿐만 아니라 토목, 건축 등 각 산업분야에 널리 이용되길 기대한다.

## 2. 관련연구

### 2.1 지면 온도

지면온도는 맨땅 또는 짧은 잔디 밑의 온도를 말한다. 실제로는 온도계의 수감부가 노출되지 않을 정도로 지면에 얇게 묻어서 측정한 온도이다. 적설이 있으면 그 보온 효과로 지면온도가 0°C 내외로 유지된다.[1]

### 2.2 SVR(Support Vector Regressor)

SVR은 데이터에 노이즈가 있다고 가정하며, 이러한 점을 고려하여 노이즈가 있는 실제 값을 완벽히 추정하는것을 추구하지 않는다. 따라서 적정 범위 내에서는 실제값과 예측값의 차이를 허용하는 모델이다. 본 과제에서 사용한 커널 SVR모델은 원공간(Input space)에서의 데이터를 매핑함수  $\phi(x)$ 를 통해 선형으로 구성할 수 있는 고차원 공간(Feature space)로 매핑한 뒤 데이터를 잘 설명하는 선형회귀선을 찾는 방식으로 이루어졌다.

### 2.3 LGBM Regressor

Light GBM은 Gradient Boosting 프레임워크로 Tree 기반 학습 알고리즘이다. 다른 알고리즘과 다르게 Light GBM은 Tree가 수직적으로 확장된다. 즉 Light GBM은 **leaf-wise** 인 반면 다른 알고리즘은 **level-wise** 이다. 확장하기 위해서 max delta loss를 가진 leaf를 선택하게 된다.

동일한 leaf를 확장할 때, leaf-wise 알고리즘은 level-wise 알고리즘보다 더 많은 손실을 줄일 수 있다.

### 2.4 LSTM(Long Short-Term Memory)

LSTM은 기존의 RNN(Recurrent Neural Network)모델이 학습이 길어지면 초기에 학습한 결과를 잊어버리는 기울기 소실(Vanishing Gradient)문제를 극복하기 위해 입력 게이트, 출력 게이트, 망각 게이트로 구성된 셀을 추가해서 개선한 모델로서, 과거 학습정보를 기억하고 새로운 학습결과에 반영이 가능해서 시계열 문제 및 예측 문제에 성능을 발휘하는 학습 모델이다. 본 보고서에서는 시계열 데이터인 기상 위성 데이터에 LSTM 모델을 적용하는 방법을 제시한다. 해당 과제에서는 LSTM 모델의 성능향상을 위해 활성화함수 및 하이퍼파라미터를 실증적인 실험들을 통해 적합한 방법을 제시하였다. 성능과 대략적으로 소모되는 시간들을 비교해 activation은 relu, optimizer는 adam일 때 가장 좋은 성능을 보였다. relu함수는 이전 값이 커짐에 따라 전체적인 출력이 발산하는 문제를

해결하기 위해 nomalization을 진행하여 분석하였다.[2]

### 3. 지면/지상 온도 예측

#### 3.1 전처리

모델을 구축하기 위해 변수를 선택해야 한다. 천리안 2A호의 밴드자료를 설명변수로 두고, 지면 온도, 지상온도를 목적변수로 두었다. 설명변수로는 파랑가시밴드, 초록 가시밴드, 빨강 가시밴드, 식생 가시밴드, 권운 밴드, 눈/얼음 채널, 야간안개/하층운 밴드, 상층 수증기 밴드, 중층 수증기 밴드, 하층 수증기 밴드, 구름상 밴드, 오존 밴드, 대기창 밴드, 깨끗한 대기창 밴드, 오염된 대기창 밴드, 이산화탄소(CO2) 밴드, 30일 청천 빨강 가시밴드, 30일 청천 대기창밴드, 태양천정각이 사용되었다. 목적변수로 지면 온도[3]가 사용되었다. 제공된 기상 위성 자료 중 목적변수로 중요한 지면 온도의 결측치가 많다. 따라서 제공된 자료 중 기상청과 겹치는 지점만 목적변수로 사용하였다.

기존 데이터는 10분 측정단위로, 기상청 자료와 맞지 않기에, 1시간 단위로 다운 샘플링을 진행하였다. 데이터 수가 많다고 판단되어 결측치 행은 제거하였다. 데이터는 20, 21년 자료를 합친 것으로 총 1609323개가 된다.

#### 3.2 지면온도 예측 성능비교

112번 기상 관측 지점(인천 광역시 중구 동인천동)의 데이터를 사용해서 머신러닝 모델 svr, knn, xgboost, lgbm boost 과 신경망 모델 lstm 중 21년 겨울 test 결과 도출 후 최적 모델 선정한다. 선정한 최적 모델을 활용하여 21년 사계절 모두 예측모델 생성한다.

##### 3.2.1 머신러닝

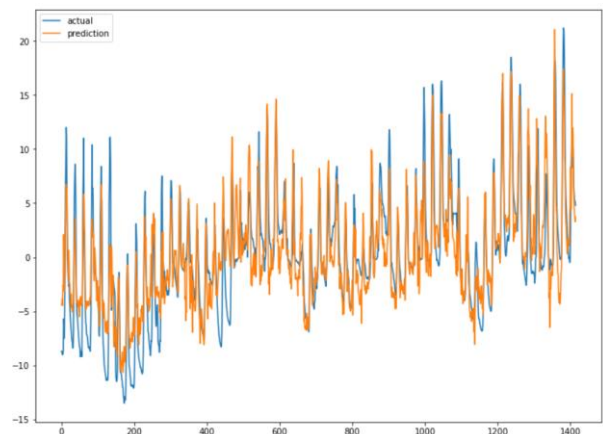
모든 모델에 pipeline을 활용하여 standard scaler 적용했다.

##### (1) SVR

초모수 값을  $C=50000$ ,  $\gamma=0.1$ 로 설정. 겨울 test 결과 <표-1>와 같이 도출했다. <그림-1>은 예측 값(주황)과 실제 값(파랑)의 차이를 도식화한 그래프이다.

mse	rmse	mae	r2
8.76	2.96	2.32	0.72

<표- 1> svr mse, rmse, mae, r2 결과



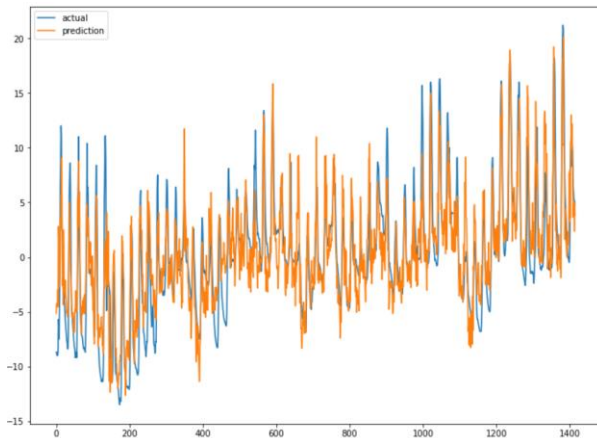
<그림- 1> svr 예측과 실제의 차이

##### (2) LGBM

초모수 값을 booster='gbtree',  
colsample\_bytree=0.75, learning\_rate=0.1,  
max\_depth=5, alpha=1,  
n\_estimators=10000로 설정했다. 겨울 test  
결과 <표-4>와 같이 도출했다. <그림-  
4>은 예측 값(주황)과 실제 값(파랑)의  
차이를 도식화한 그래프이다.

mse	rmse	mae	r2
9.03	3.00	2.34	0.71

<표- 2> lgbm mse, rmse, mae, r2 결과



<그림- 2> lgbm 예측과 실제의 차이

### 3.2.2 신경망 학습

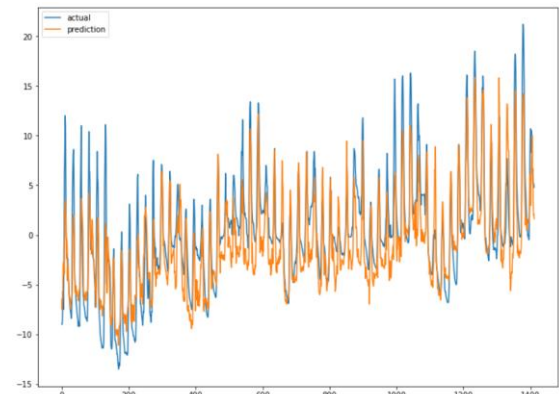
#### (1) LSTM

초모수 값을 epochs=100, batch\_size=24,  
loss='mean\_squared\_error'로 설정했다.  
겨울 test 결과 <표-n>와 같이 도출했다.  
<그림-n>은 예측 값(주황)과 실제  
값(파랑)의 차이를 도식화한 그래프이다.

mse	rmse	mae	r2

8.70	2.95	2.37	0.72
------	------	------	------

<표- 3> lstm mse, rmse, mae, r2 결과



<그림- 3> lstm 예측과 실제의 차이

### 3.2.3 최적 모델 선정

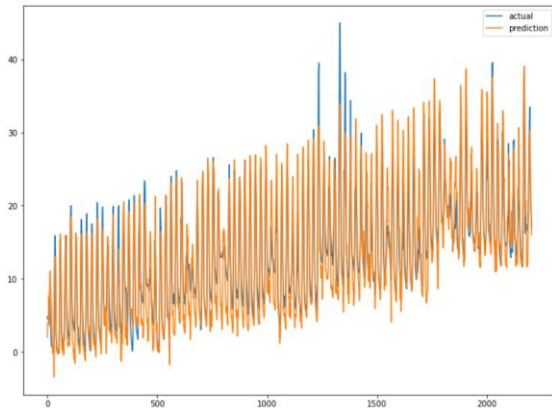
3가지 모델 비교 결과 lstm 신경망 학습이  
가장 좋은 성능을 가진 모델이라고  
판단했다. 따라서 이어지는 목차는 lstm  
모델로 21년 봄, 여름, 가을 데이터로  
예측을 실행해 보았다.

### 3.3 지면온도 예측 LSTM 모델링

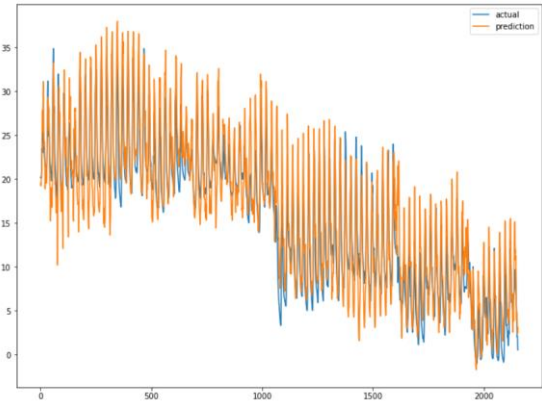
#### (1) 봄 (21년 3월, 4월, 5월)

mse	rmse	mae	r2
9.45	3.07	2.38	0.83

<표- 4>lstm 봄 mse, rmse, mae, r2 결과



<그림- 4> lstm 봄 예측과 실제의 차이

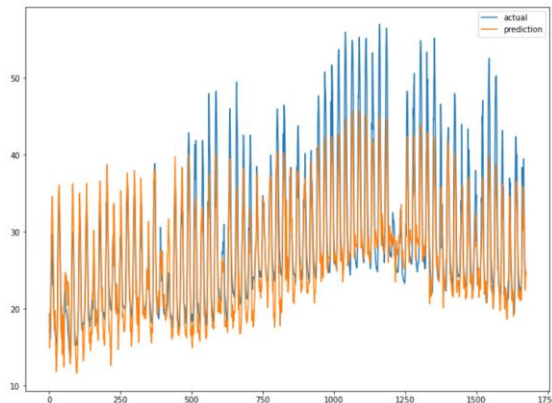


<그림- 6> lstm 가을 예측과 실제의 차이

(2) 여름 (21년 6월, 7월, 8월)

mse	rmse	mae	r2
18.45	4.29	3.14	0.76

<표- 5> lstm 여름 mse, rmse, mae, r2 결과



<그림- 5> lstm 여름 예측과 실제의 차이

(3) 가을 (21년 9월, 10월, 11월)

mse	rmse	mae	r2
9.51	3.08	2.46	0.85

<표- 6> lstm 가을 mse, rmse, mae, r2 결과

### 3.4 실험결과

머신러닝 모델을 적용한 결과인 <표-1>, <표-2>, <표-3>, <표-4>의 내용과 신경망 모델을 적용한 결과인 <표-5>의 내용을 보았을 때 신경망 모델(LSTM)이 가장 결과가 좋았다. 따라서 2020년도 데이터를 학습 시킨 LSTM 모델에 2021년 봄, 여름, 가을, 겨울 데이터를 시험 데이터로 넣어 결과를 도출했다. 시험 결과 결정 계수 r2가 평균 0.8로 꽤 좋은 성능을 보였다고 판단할 수 있다.

### 3.5 지상온도 예측 성능비교

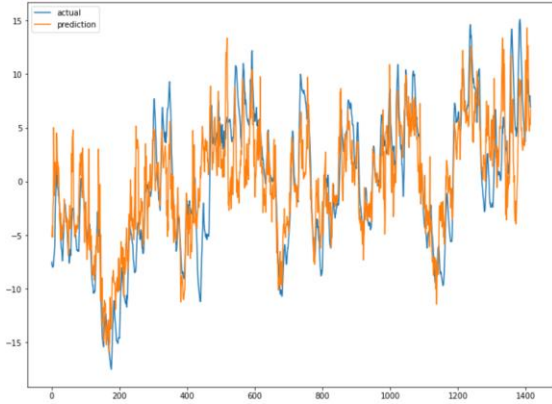
지면온도 예측과 마찬가지로 2021년 겨울 (1,2월) 데이터를 시험데이터로 활용하여 모델들의 성능을 비교했다.

#### 3.5.1 머신러닝 모델

(1) SVR

mse	rmse	mae	r2
13.22	3.63	2.79	0.68

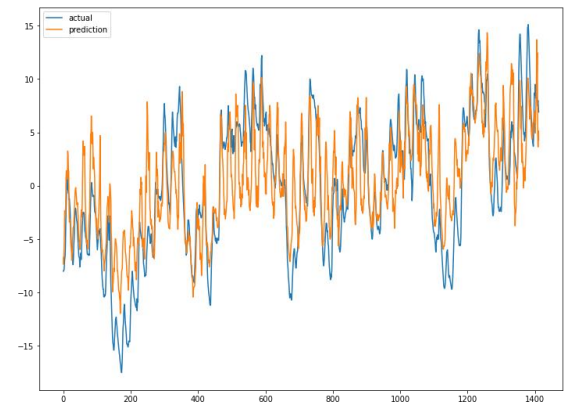
<표- 7> svr 지상온도 예측 mse, rmse, mae, r2 결과



<그림- 7> svr 지상온도 예측과 실제의 차이

mse	rmse	mae	r2
15.62	3.95	3.18	0.62

<표- 9> lstm 지상온도 예측 mse, rmse, mae, r2 결과

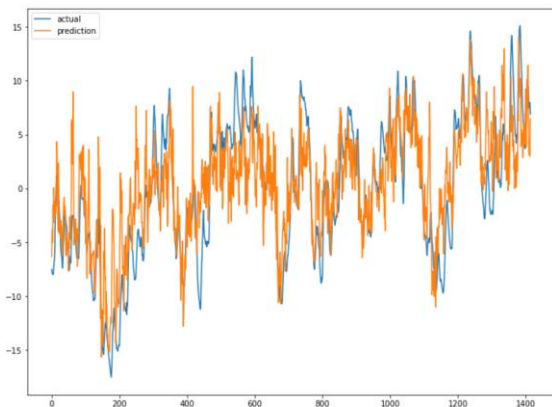


<그림- 9> lstm 지상온도 예측과 실제의 차이

## (2) LGBM

mse	rmse	mae	r2
14.48	3.80	2.96	0.65

<표- 8> lgbm 지상온도 예측 mse, rmse, mae, r2 결과



<그림- 8> lgbm 지상온도 예측과 실제의 차이

## 3.5.3 최적모델 선정

3가지 모델 비교 결과 SVR이 가장 좋은 성능을 가진 모델이라고 판단했다. 따라서 이어지는 목차는 SVR 모델로 21년 봄, 여름, 가을 데이터로 예측을 실행해 보았다.

## 3.6 지상온도 예측 SVR 모델링

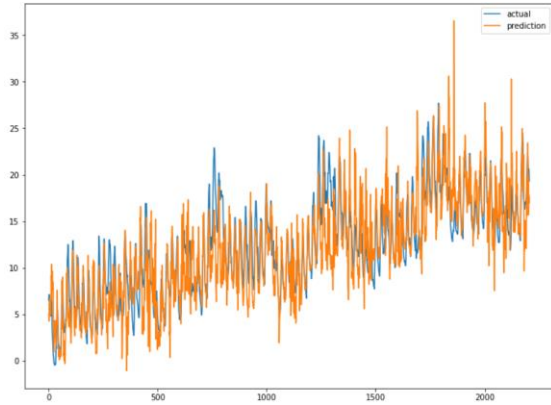
### (1) 봄

mse	rmse	mae	r2
10.33	3.21	2.38	0.61

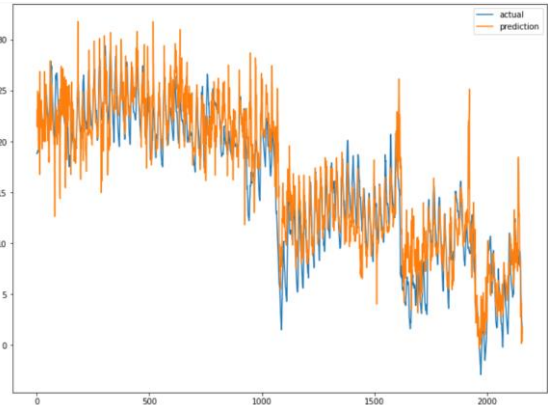
<표-10> svr 지상온도 예측 mse, rmse, mae, r2 결과

## 3.5.2 신경망 학습 모델

### (1) LSTM



<그림- 10> svr 지상온도 예측과 실제의 차이

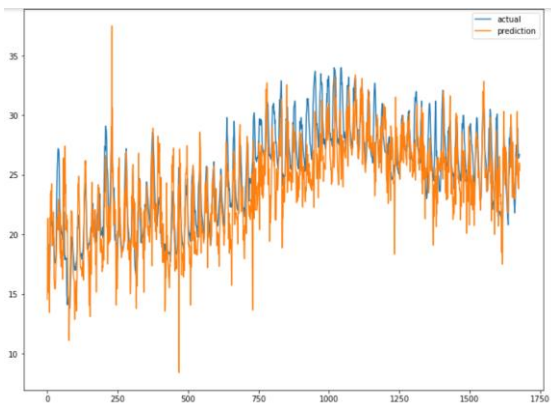


<그림- 12> svr 지상온도 예측과 실제의 차이

## (2) 여름

mse	rmse	mae	r2
7.77	2.78	2.15	0.53

<표-11> svr 지상온도 예측 mse, rmse, mae, r2 결과



<그림- 11> svr 지상온도 예측과 실제의 차이

## (3) 가을

mse	rmse	mae	r2
9.43	3.07	2.29	0.81

<표-12> svr 지상온도 예측 mse, rmse, mae, r2 결과

## 4. 결론

본 연구에서는 인공위성을 활용한 지면온도 예측을 위하여 인공위성 자료 데이터만을 이용하였다. 다양한 기법 중 LSTM 기법과 SVR의 정확도가 가장 높기에 이 방법을 제안한다. 기존 측정 방법에서 벗어나 인공 위성만을 활용한 지면온도, 지상온도 측정법을 시사한다. 이를 통해 지면온도, 지상온도를 이용하는 다양한 작업의 능률을 향상 시킬 것으로 기대된다.

## 참고문헌

[1]종합 기후감시변화정보

[2]정종진, 김지연.(2020). LSTM을 이용한  
주가예측 모델의 학습방법에 따른성능분석.  
디지털융복합연구, 18(11), 259-266.

[3]기상자료개방포털-종관기상관측(ASOS)  
- 자료

<http://koreascience.kr/article/JAKO202034352379471.pdf>

[4] <https://leejiyeon52.github.io/Support-Vecter-Regression/>

[5]

<https://nurilee.com/2020/04/03/lightgbm-definition-parameter-tuning/>

## 데이터 출처

2020지상, 지면온도 (기상청.  
종관기상관측(ASOS) - 자료)

2021지상, 지면온도 (기상청.  
종관기상관측(ASOS) - 자료)

[https://data.kma.go.kr/data/grnd/selectA\\_sosRltmList.do?pgmNo=36](https://data.kma.go.kr/data/grnd/selectA_sosRltmList.do?pgmNo=36)