



Forecasting Traffic Volume with Model Analysis in 100 ~ 300 Level

(AWS Forecast AI 서비스를 가지고 미국 미네라폴리스 근처 고속도로의 차량 통행량을 시간별로 예측하는 문제를 풀어가는 과정 임)

Gonsoo Moon

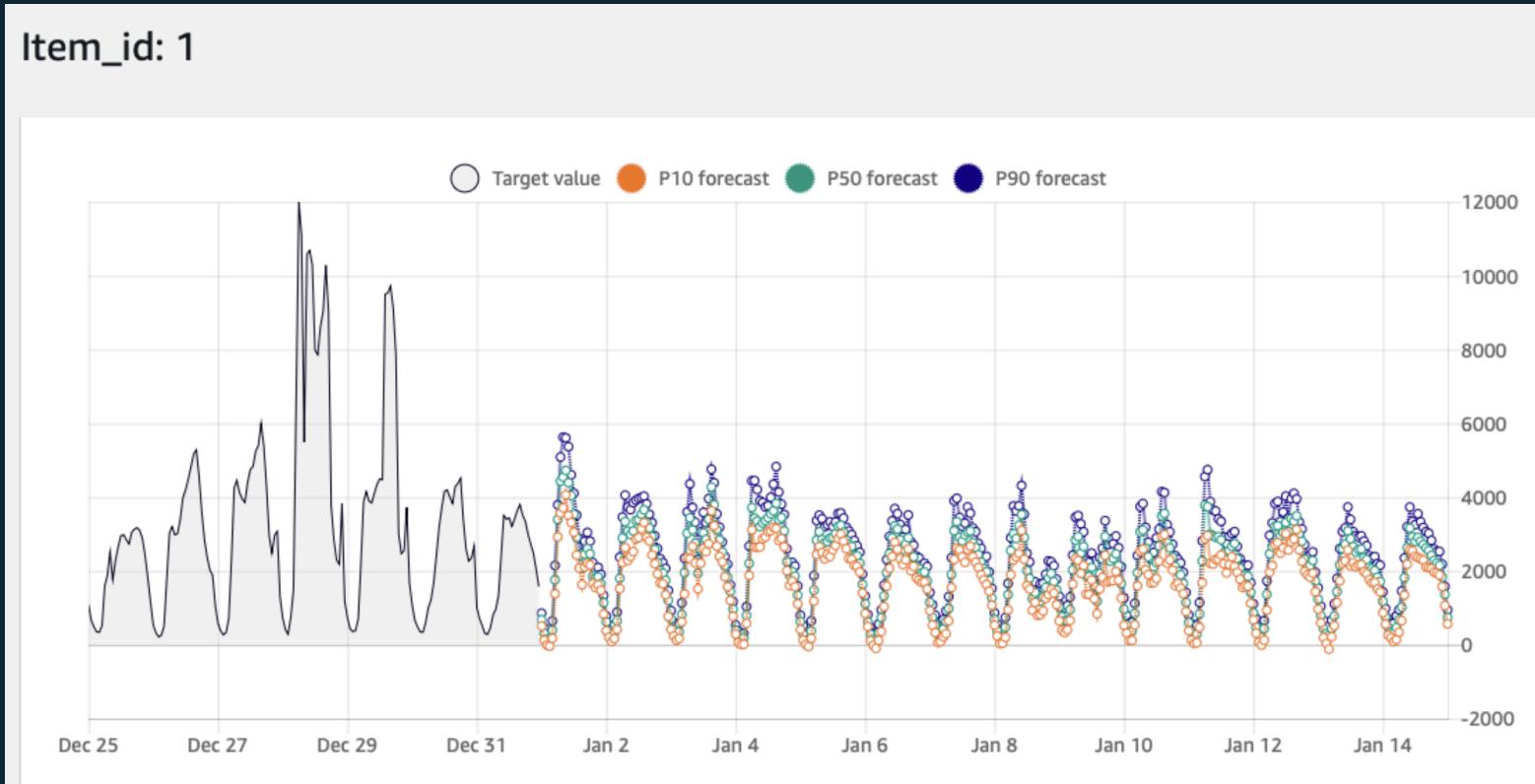
March 13, 2020

Agenda

- Traffic Volume Data
- Define Target Time Series Data
- Create Predictors and Evaluate with Backtesting
- Create Forecasts and Evaluate Forecasting results
- Define Related Time Series Data
- Create Predictors and Evaluate with Backtesting plus Related Data
- Create Forecasts and Evaluate Forecasting results plus Related Data

Goal

Item_id: 1



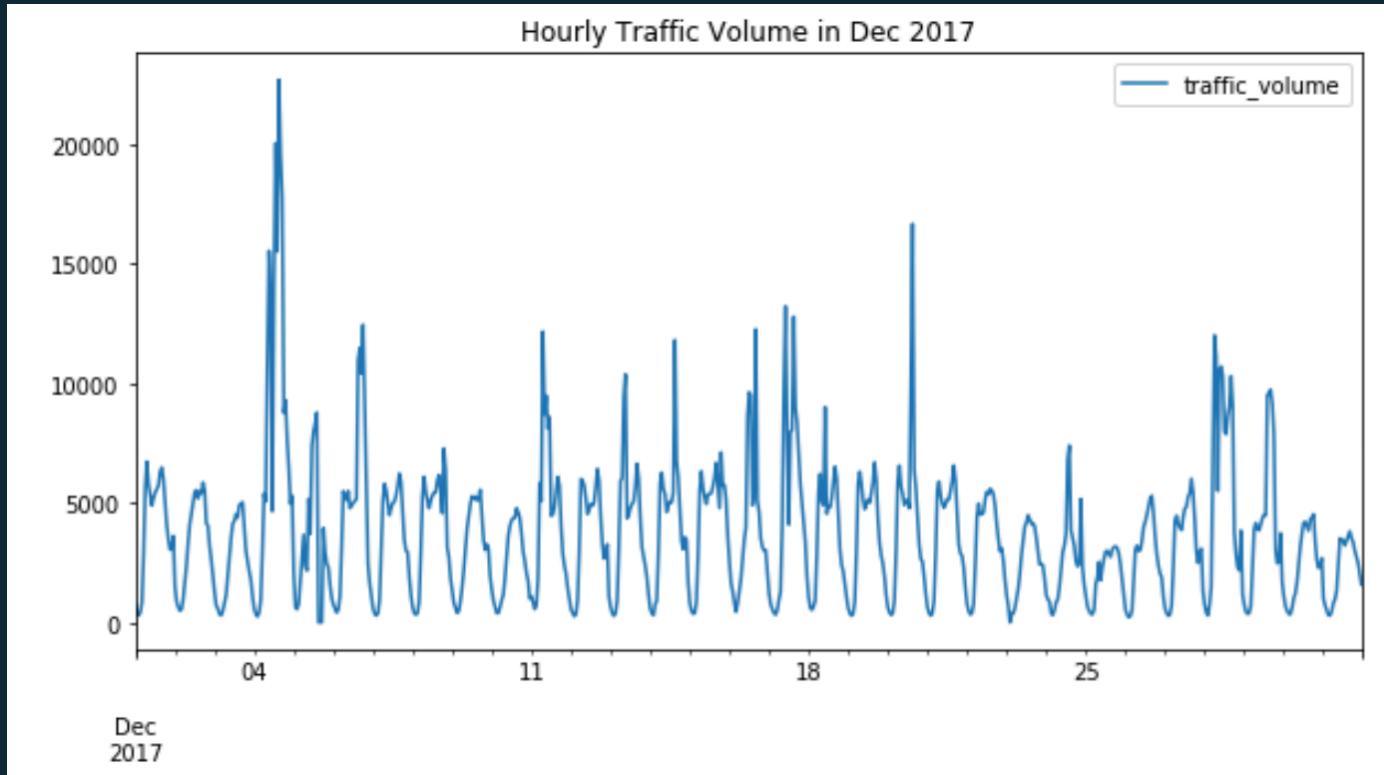
Traffic Volume Data

- 데이터 정보
 - 데이터 정의
 - Data File: Hourly Interstate 94 Westbound traffic volume for MN DoT ATR station 301, roughly midway between Minneapolis and St Paul, MN. Hourly weather features and holidays included for impacts on traffic volume.)
 - 데이터 기간
 - 2012 ~ 2018
 - 실제로 모델 생성은 2017.1.1 ~ 2017.12.31 의 1년 데이터 사용. 2018년 데이터는 추론의 검증용으로 사용 함
 - Attribute 정보
 - holiday: Categorical US National holidays plus regional holiday, Minnesota State Fair
 - rain_1h: Numeric Amount in mm of rain that occurred in the hour
 - snow_1h: Numeric Amount in mm of snow that occurred in the hour
 - clouds_all: Numeric Percentage of cloud cover
 - weather_main: Categorical Short textual description of the current weather
 - weather_description: Categorical Longer textual description of the current weather
 - date_time: DateTime Hour of the data collected in local CST time
 - traffic_volume: Numeric Hourly I-94 ATR 301 reported westbound traffic volume

Data Example

	holiday	temp	rain_1h	snow_1h	clouds_all	weather_main	weather_description	date_time	traffic_volume
0	None	288.28	0.0	0.0	40	Clouds	scattered clouds	2012-10-02 09:00:00	5545
1	None	289.36	0.0	0.0	75	Clouds	broken clouds	2012-10-02 10:00:00	4516
2	None	289.58	0.0	0.0	90	Clouds	overcast clouds	2012-10-02 11:00:00	4767
3	None	290.13	0.0	0.0	90	Clouds	overcast clouds	2012-10-02 12:00:00	5026
4	None	291.14	0.0	0.0	75	Clouds	broken clouds	2012-10-02 13:00:00	4918
5	None	291.72	0.0	0.0	1	Clear	sky is clear	2012-10-02 14:00:00	5181
6	None	293.17	0.0	0.0	1	Clear	sky is clear	2012-10-02 15:00:00	5584
7	None	293.86	0.0	0.0	1	Clear	sky is clear	2012-10-02 16:00:00	6015
8	None	294.14	0.0	0.0	20	Clouds	few clouds	2012-10-02 17:00:00	5791
9	None	293.10	0.0	0.0	20	Clouds	few clouds	2012-10-02 18:00:00	4770

Hourly Traffic Volume in Dec 2017



Target Time Series Data

	traffic_volume	item_ID
2018-01-01 00:00:00	1478.0	1
2018-01-01 01:00:00	1408.0	1
2018-01-01 02:00:00	931.0	1
2018-01-01 03:00:00	585.0	1
2018-01-01 04:00:00	381.0	1

Creation of Predictors (Model Creation)

Arima, Prophet, DeepAR+ Predictor를 생성한 후의 콘솔 화면

The screenshot shows the Amazon Forecast Predictor list page. The left sidebar navigation includes: Amazon Forecast, Dataset groups (selected), forecast_poc_gsmonth_dsg, Dashboard, Datasets, Predictors (selected), Forecasts, and Forecast lookup. The main content area shows the following details:

Predictors (5) Info
This page gives you an overview of your predictors, and provides information about their status and performance.

Buttons: View details, Delete, Create a forecast, Train new predictor.

Search bar: Find predictor name.

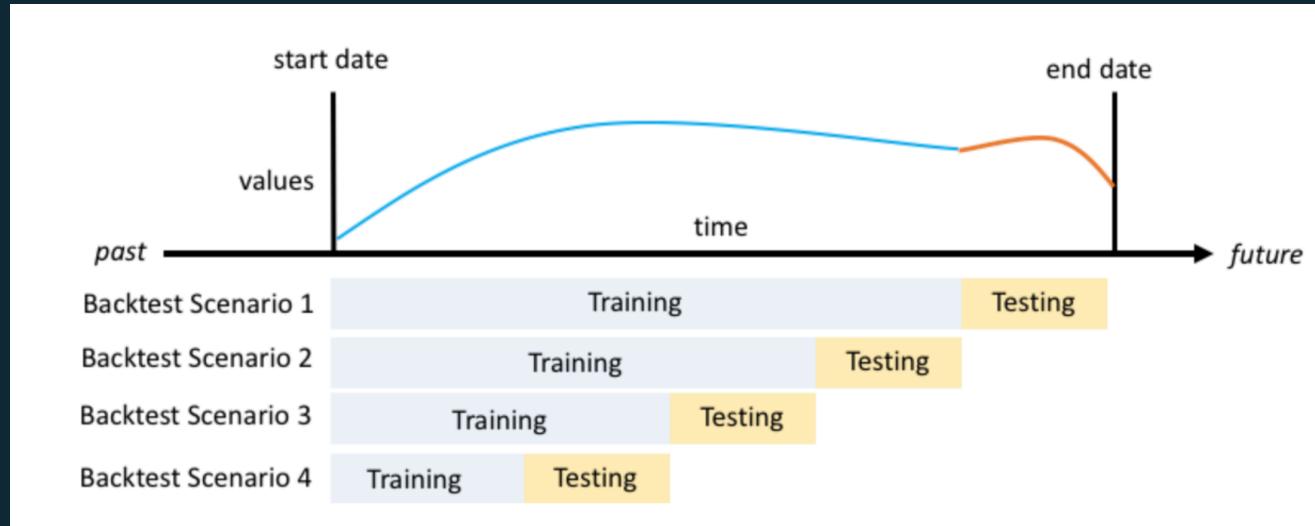
Table headers: Predictor name, Training status, wQL[0.5]/MAPE, wQL[0.9], wQL[0.1], Created.

Table data:

Predictor name	Training status	wQL[0.5]/MAPE	wQL[0.9]	wQL[0.1]	Created
forecast_poc_gsmonth_arima_algo_1	Active	0.3562	0.2907	0.1864	Tue, 03 Mar 2020 13:12:54 GMT
forecast_poc_gsmonth_prophet_algo_1	Active	0.3879	0.2861	0.1562	Tue, 03 Mar 2020 13:12:54 GMT
forecast_poc_gsmonth_deeparp_algo_1	Active	0.2779	0.2992	0.0964	Tue, 03 Mar 2020 13:12:55 GMT

BackTesting

```
forecastHorizon = 480 # 예측할 시간의 갯수 (480시간 == 20일)  
NumberOfBacktestWindows = 4 # Backtest를 하는 횟수  
BackTestWindowOffset = 480 # Backtest의 평가(Evaluation)의 갯수  
ForecastFrequency = "H"
```



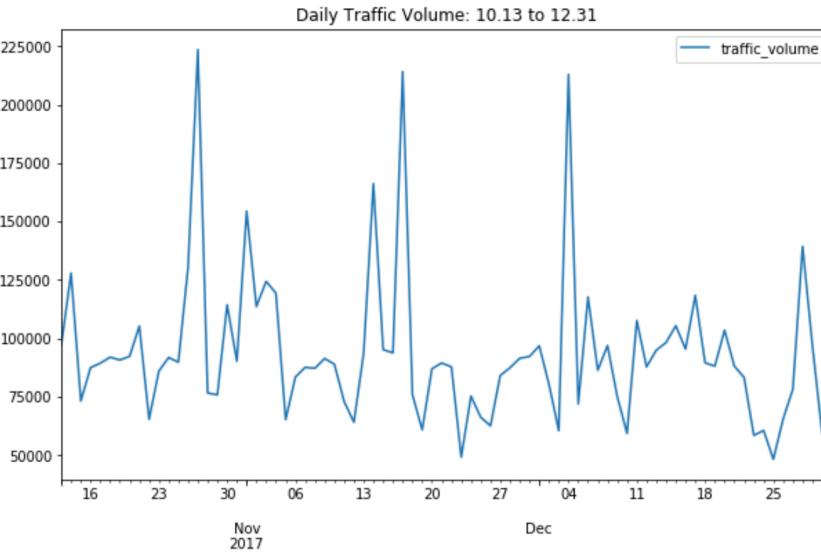
Actual Traffic Volume For Backtest

Backtest 평가 기간 (10.13 ~ 1.1) 까지의 실제 Traffic Volume

추세는 갈수록 교통량이 줄어들고 있음. 10.13 ~ 11.02 는 약 2.0 million, 12.12 ~ 1.1 는 약 1.7 million으로 줄어듬

```
[1]: target_time_series_df_1013 = target_time_series_df['2017-10-13':]
target_time_series_df_1013.resample('D').sum().plot(title="Daily Traffic Volume: 10.13 to 12.31",
                                                figsize=(10,6))
```

```
[1]: <matplotlib.axes._subplots.AxesSubplot at 0x7f5d8e462898>
```



Predictors' Evaluation Metric (RMSE)

Predictor 생성 및 BackTesting (4번)의 종합 실행 결과 (10.13 ~ 1.1)

- Implication
 - 전체 평가 기간(10.13 ~ 12.31) 기간 동안 ARIMA 2315 로 가장 우수
 - Traffic Volume이 줄어드는 11.22 ~ 12.12 와 12.12 ~ 1.1 에는 DeepAR+ 이 우수

	Four backtests (RMSE)				Summary (RMSE)
	10.13 to 11.2	11.2 to 11.22	11.22 to 12.12	12.12 to 1.1	
ARIMA	2666	2515	2269	1810	2315
Prophet	2655	2531	2344	1796	2332
DeepAR	2834	2559	2187	1725	2326

Creation of Forecasts (== Endpoint)

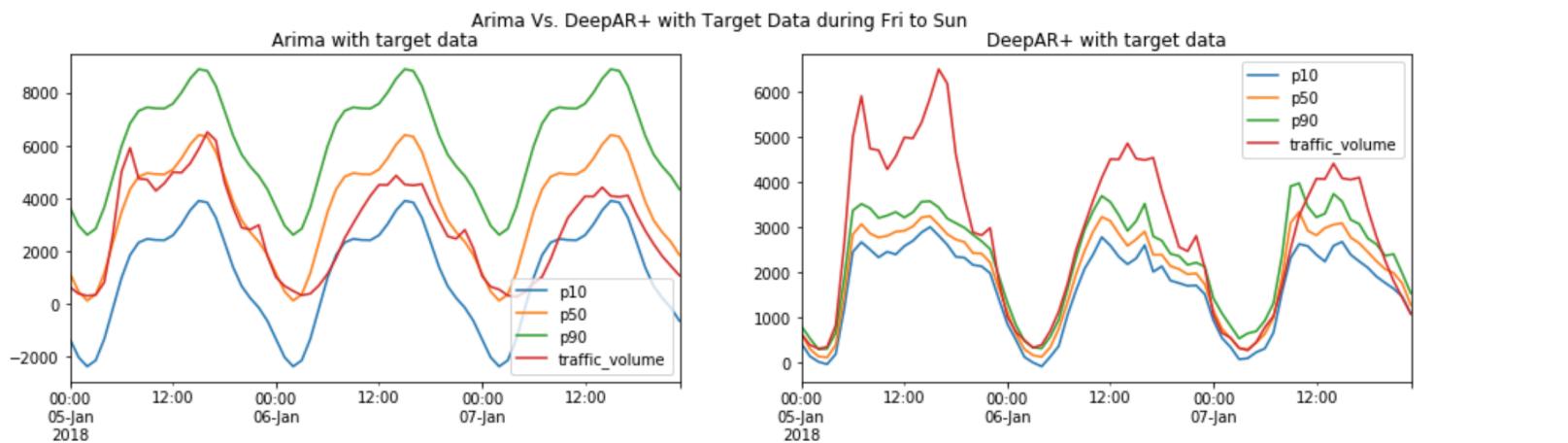
The screenshot shows the AWS Forecasting service interface. On the left, there is a navigation sidebar with the following items:

- forecast_poc_gsmonth_ds
- g
- Dashboard
- Datasets
- Predictors
- Forecasts** (highlighted in orange)
- Forecast lookup

The main area displays a table of forecasts. At the top of this table is a search bar labeled "Find forecast name". The table has the following columns:

Forecast name	Status	Forecast created	Predictor used
forecast_poc_gsmonth_arima_algo_forecast	Active	Tue, 03 Mar 2020 14:20:28 GMT	forecast_poc_gsmonth_arima_algo_1
forecast_poc_gsmonth_prophet_algo_forecast	Active	Tue, 03 Mar 2020 14:20:28 GMT	forecast_poc_gsmonth_prophet_algo_1
forecast_poc_gsmonth_deepparp_algo_forecast	Active	Tue, 03 Mar 2020 14:20:29 GMT	forecast_poc_gsmonth_deepparp_algo_1

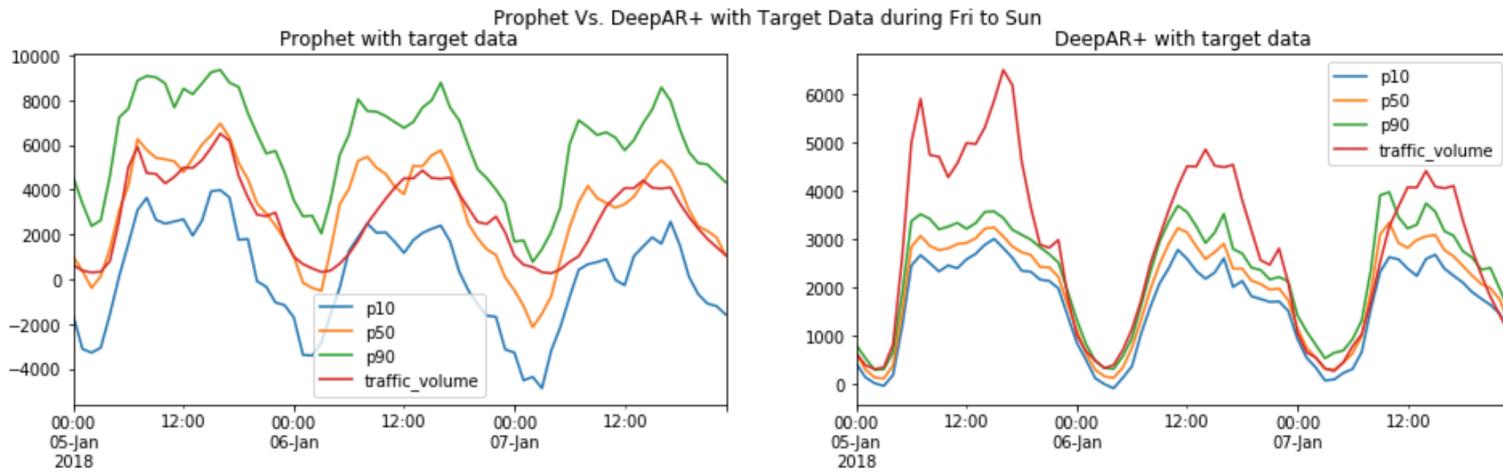
Forecasting ARIMA Vs. DeepAR+ with Target Data



Forecasting Implication (Arima Vs. DeepAR+ with Target Data during Fri to Sun)

- 그래프 설명
 - Target Data (기간: 2017.1.1 ~ 2017.12.31) 만을 가지고 훈련된 Predictors (각각 ARIMA, DeepAR+) 를 통해서, 2018.1.1 ~ 2018.1.20 동안의 시간별 traffic volume을 예측 함. 위 기간의 예측 중에서 2018.1.5 00:00 ~ 2018.1.7 24:00 까지를 그래프로 표현 함. 실제 데이터(빨간색, traffic volume)와 p10, p50, p90 과 얼마나 간격 (잔차, Residual) 벌어 졌는지가 보는 것으로 예측의 잘 되었는지를 그래프에서 직관적으로 확인할 수 있음.
- 학습 관점으로 Target Data만 사용시에 Predictor의 전체 RMSE는 2315 (ARIMA), 2326(DeepAR) 로 ARIMA 가 근소하게 우수 했었음. 하지만, 예측 관점으로 DeepAR+ 의 2018.1.6 ~ 1.7 기간은 직관적으로 ARIMA 보다 우수하게 보임. 또한 DeepAR+ p10을 보면 0 정도가 최하이지만, ARIMA는 -2000 까지 낮아져서 직관적으로 성능이 나오지 않음

Forecasting Prophet Vs. DeepAR+ with Target Data



Prophet Vs. DeepAR+ with Target Data during Fri to Sun)

- 그래프 설명
 - Target Data (기간: 2017.1.1 ~ 2017.12.31) 만을 가지고 훈련된 Predictors (각각 Prophet, DeepAR+) 를 통해서, 2018.1.1 ~ 2018.1.20 동안의 시간별 traffic volume을 예측 함. 위 기간의 예측 중에서 2018.1.5 00:00 ~ 2018.1.7 24:00 까지를 그라프로 표현 함. 실제 데이터(빨간색, traffic volume)와 p10, p50, p90 과 얼마나 간격 (잔차, Residual) 벌어 졌는지가 보는 것으로 예측의 잘 되었는지를 그라프에서 직관적으로 확인할 수 있음.
- 학습 관점으로 Target Data만 사용시에 Predictor의 전체 RMSE는 2332 (Prophet), 2326 (DeepAR+) 로 DeepAR+ 가 근소하게 우수 함. Prophet 은 ARIMA와 비슷한 형태의 예측 모양을 가지고 있음. 위 그라프를 가지고 두개를 비교는 ARIMA와 비슷한 분석으로 DeepAR+ 가 좋아 보임

Target Time Series Data

	traffic_volume	item_ID
2018-01-01 00:00:00	1478.0	1
2018-01-01 01:00:00	1408.0	1
2018-01-01 02:00:00	931.0	1
2018-01-01 03:00:00	585.0	1
2018-01-01 04:00:00	381.0	1



Related Time Series Data

	temp	rain_1h	snow_1h	clouds_all	weather_description	item_ID
2017-01-01 00:00:00	269.75	0.0	0.0	75.0	broken clouds	1
2017-01-01 01:00:00	269.95	0.0	0.0	1.0	sky is clear	1
2017-01-01 02:00:00	269.75	0.0	0.0	1.0	sky is clear	1
2017-01-01 03:00:00	269.65	0.0	0.0	40.0	scattered clouds	1
2017-01-01 04:00:00	269.48	0.0	0.0	1.0	sky is clear	1

Creation of Predictors plus Related Data

Predictors (5) Info

This page gives you an overview of your predictors, and provides information about their status and performance.

[View details](#)[Delete](#)[Create a forecast](#)[Train new predictor](#) Find predictor name

Predictor name	Training status	wQL[0.5]/MAPE	wQL[0.9]	wQL[0.1]
forecast_poc_gsmonth_deepparp_rel_algo_1	Active	0.3143	0.2271	0.1233
forecast_poc_gsmonth_prophet_rel_algo_1	Active	0.3835	0.2656	0.1556
forecast_poc_gsmonth_deepparp_algo_1	Active	0.2779	0.2992	0.0964
forecast_poc_gsmonth_prophet_algo_1	Active	0.3879	0.2861	0.1562
forecast_poc_gsmonth_arima_algo_1	Active	0.3562	0.2907	0.1864

Predictors' Evaluation Metric (RMSE) plus Related Data

Related Data를 추가한 Predictor 생성 및 BackTesting (4번)의 종합 실행 결과 (10.13 ~ 1.1)

- Implication

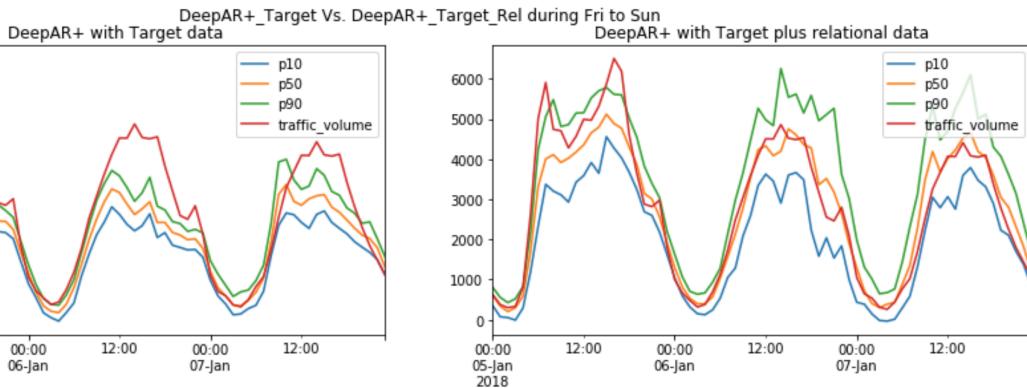
- Target Data만 사용시에 전체 평가 기간(10.13 ~ 12.31)동안 ARIMA가 RMSE 2315로 가장 우수 했으나 Related Data를 추가로 사용시에 DeepAR+ rds 가 가장 높은 성능 RMSE 2195를 기록 함.
- BackTest의 3개의 기간에도 10.13 ~ 11.2, 11.2 ~ 11.22, 12.12 ~ 1.1 에도 DeepAR+ 이 가장 우수함.
- Prophet도 Related Data를 사용할 경우에 2332 --> 2274로 좋아짐.
- 결론적으로 Related Data를 사용하여 DeepAR+ 가 가장 우수 함.

	Four backtests (RMSE)				Summary (RMSE)
	10.13 to 11. ↓	11.2 to 11.2 ↓	11.22 to 12.12	12.12 to 1.1	
ARIMA	2666	2515	2269	1810	2315
Prophet	2655	2531	2344	1796	2332
DeepAR	2834	2559	2187	1725	2326
Prophet + rds	2540	2522	2233	1800	2274
DeepAR+ rds	2441	2417	2258	1666	2195

Creation of Forecasts plus Related Data

Forecasts (5) Info				
	View details	Delete	Create forecast export	Create a forecast
<input type="text"/> Find forecast name < 1 >				
	Forecast name	Status	Forecast created	Predictor used
<input type="radio"/>	forecast_poc_gsmonth_deepparp_rel_algo_forecast	 Active	Mon, 09 Mar 2020 08:10:53 GMT	forecast_poc_gsmonth_deepparp_rel_algo_1
<input type="radio"/>	forecast_poc_gsmonth_prophet_rel_algo_forecast	 Active	Mon, 09 Mar 2020 08:10:33 GMT	forecast_poc_gsmonth_prophet_rel_algo_1
<input type="radio"/>	forecast_poc_gsmonth_deepparp_algo_forecast	 Active	Tue, 03 Mar 2020 14:20:29 GMT	forecast_poc_gsmonth_deepparp_algo_1
<input type="radio"/>	forecast_poc_gsmonth_prophet_algo_forecast	 Active	Tue, 03 Mar 2020 14:20:28 GMT	forecast_poc_gsmonth_prophet_algo_1
<input type="radio"/>	forecast_poc_gsmonth_arima_algo_forecast	 Active	Tue, 03 Mar 2020 14:20:28 GMT	forecast_poc_gsmonth_arima_algo_1

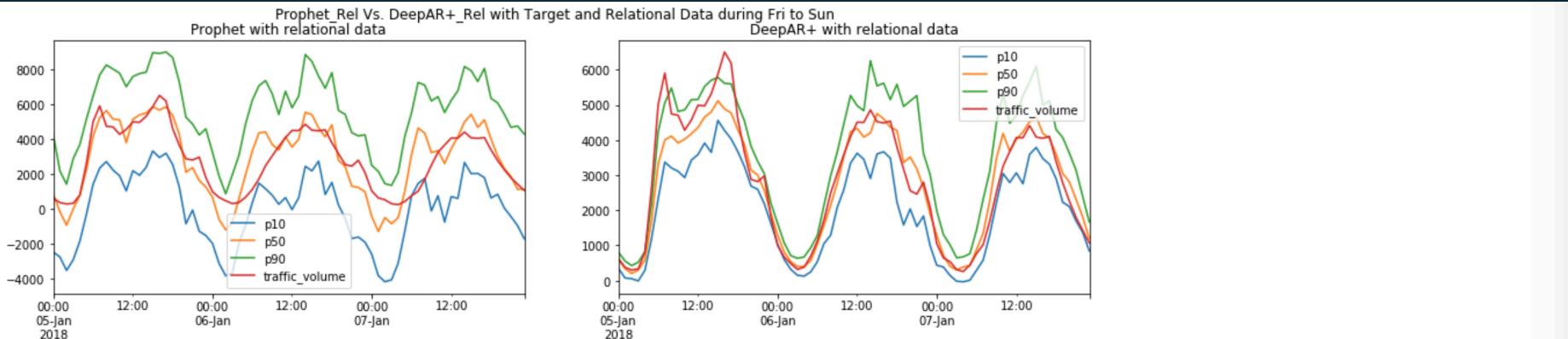
Forecasting DeepAR+_Target Vs. DeepAR+_Target_Related



DeepAR+_Target Vs. DeepAR+_Target_Rel during Fri to Sun")

- 그래프 설명
 - 같은 기간 동안 (2017.1.1 ~ 2017.12.31) DeepAR+ 알고리즘을 왼쪽은 Target Data 만을 가지고 학습하였고, 오른쪽은 Target Data와 Related Data 두 개의 데이터 셋 가지고 훈련을 함. 각각 Predictors를 통해서, 2018.1.1 ~ 2018.1.20 동안의 시간별 traffic volume을 예측 함. 위 기간의 예측 중에서 2018.1.5 00:00 ~ 2018.1.7 24:00 까지를 그라프로 표현 함. 실제 데이터(빨간색, traffic volume)와 p10, p50, p90 과 얼마나 간격 (잔차, Residual) 벌어 짰는지가 보는 것으로 예측의 잘 되었는지를 그래프에서 직관적으로 확인할 수 있음.
 - 학습 관점으로 각각 Predictor의 전체 RMSE는 2326 (Target Data만 사용), 2195(Target Data + Related Data) 로 Target + Related Data가 우수 했었음.
 - 예측 관점으로 오른쪽은 Related Data의 추가가 DeepAR+는 큰 폭의 안정된, 성능이 향상된 것을 확인 할 수 있음.

Forecasting Prophet_Rel Vs. DeepAR+_Rel with Target and Related Data



Prophet_Rel Vs. DeepAR+_Rel with Target and Relational Data during Fri to Sun)

- 그래프 설명
 - Target Data 와 Related Data (기간: 2017.1.1 ~ 2017.12.31) 두 개의 데이터 셋 가지고 훈련된 Predictors (각각 Prophet, DeepAR+) 를 통해서, 2018.1.1 ~ 2018.1.20 동안의 시간별 traffic volume을 예측 함. 위 기간의 예측 중에서 2018.1.5 00:00 ~ 2018.1.7 24:00 까지를 그래프로 표현 함. 실제 데이터(빨간색, traffic volume)와 p10, p50, p90 과 얼마나 간격 (잔차, Residual) 벌어 져는지가 보는 것으로 예측의 잘 되었는지를 그래프에서 직관적으로 확인할 수 있음.
- 학습 관점으로 Target Data 와 Related Data를 가지고 사용된 Predictor의 전체 RMSE는 2274 (Prophet), 2195(DeepAR+) 로 DeepAR+ 가 우수 했었음.
- 예측 관점으로 Prophet은 Related Data를 추가해도 큰 그래프의 변화가 없으나, Related Data의 추가가 DeepAR+는 큰 폭의 안정된, 성능이 향상된 것을 확인 할 수 있음.

Q & A



Code Original: <https://github.com/chrisking/ForecastPOC.git>

Code Modification: <https://github.com/gonsoomoon-ml/Forecast.git>