

# Team07

Real-Time Parking Space Prediction

# Motivation



找不到停車位



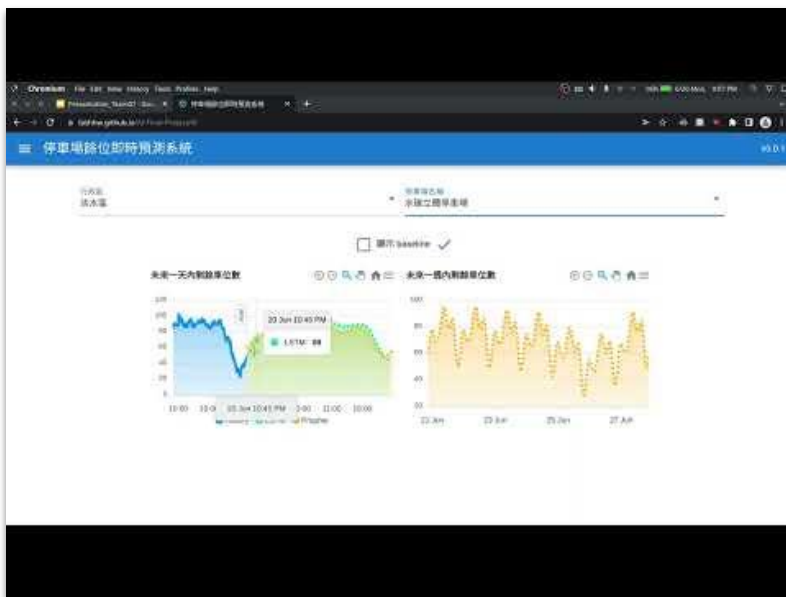
設計一個預測系統



用路人可隨時查看即時動態

# Demo

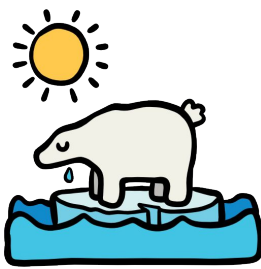
- <https://lashhw.github.io/AI-Final-Project>



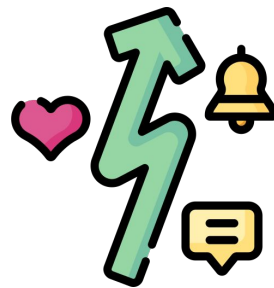
# Possible Impacts



減少時間浪費

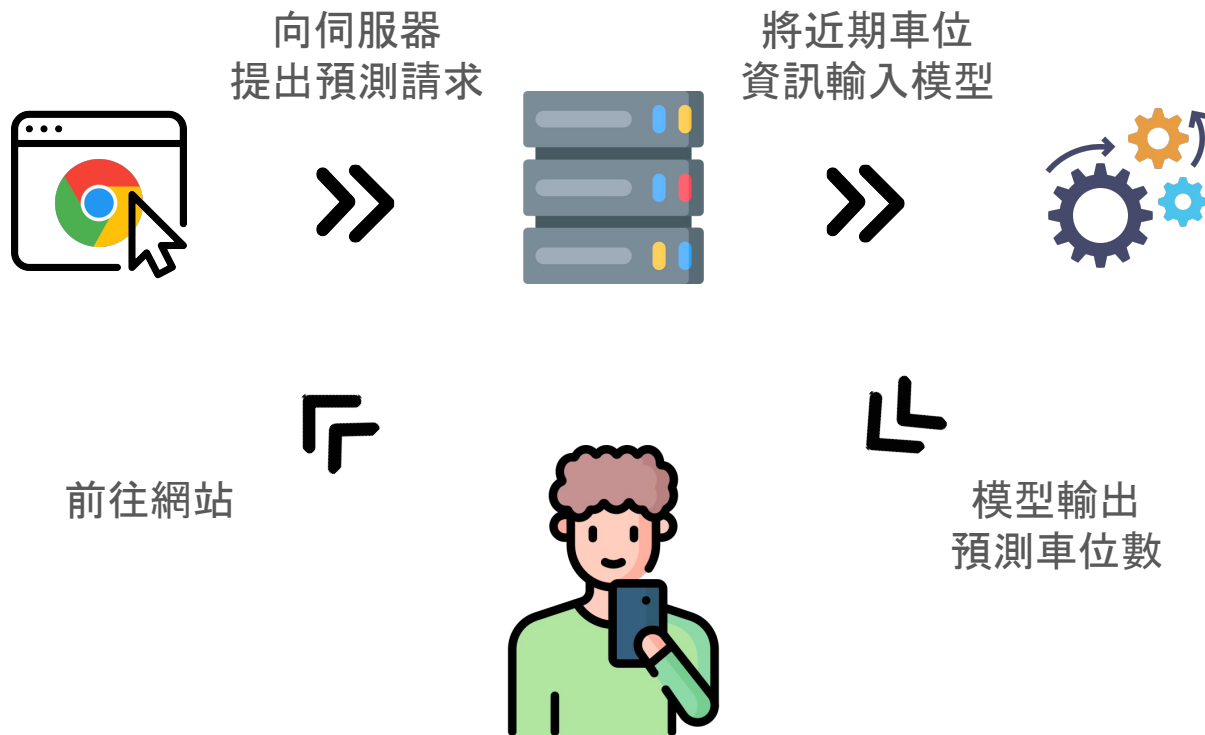


拯救北極熊(?)



呼應 AI for Social Impact

# Introduction



# Literature Review

- ARIMA, VARIMA
- Exponential Smoothing (e.g. Holt-Winters, Theta)
- BATS, TBATS, Prophet, FFT
- Regression Models (e.g. Linear Regression, Random Forest, SVR)
- Deep Learning Models
  - Deep AutoRegressive Networks
  - Recurrent Neural Network (e.g. LSTM, GRU)
  - Temporal Convolutional Network
  - Transformer
  - ...

# Literature Review

- A Comparative Study of Parking Occupancy Prediction Methods considering Parking Type and Parking Scale [\[link\]](#)

| Linear Regression, SVM, NN, ARIMA

- A Comparative Analysis of Machine/Deep Learning Models for Parking Space Availability Prediction [\[link\]](#)

| Multilayer Perceptron, KNN, Decision Tree, Random Forest, Ensemble Learning

- Parking Availability Prediction with Long Short Term Memory Model [\[link\]](#)

| LSTM

- Improving Parking Availability Information Using Deep Learning Techniques [\[link\]](#)

| LSTM, GRU

Formulate forecast problem as regression problem

Deep learning techniques

- Previous work  $\Rightarrow$  offline training & testing
- Our work  $\Rightarrow$  offline training, but real-time testing!

# Dataset

- 新北市公有路外停車場即時騰餘車位數

即時資料，每三分鐘更新一次

未提供歷史資料，須自行蒐集

利用系上工作站，自 3/20 起每三分鐘自動擷取

	A	B
1	ID	AVAILABLECAR
2	10001	56
3	10002	13
4	10003	1
5	10004	61
6	10008	97
7	10009	41
8	10010	22
9	10011	27
10	10012	5
11	10013	430
12	10014	44
13	10015	25



	A	B	C	D	
1	ID	2022-03-20 10:42:00	2022-03-20 10:45:00	2022-03-20 10:48:00	2022-03-20
2	10001	66	67	68	
3	10002	-9	-9	-9	
4	10003	4	3	2	
5	10004	41	42	41	
6	10008	65	62	60	
7	10009	37	37	35	
8	10010	24	24	25	
9	10011	45	46	46	
10	10012	-9	-9	-9	



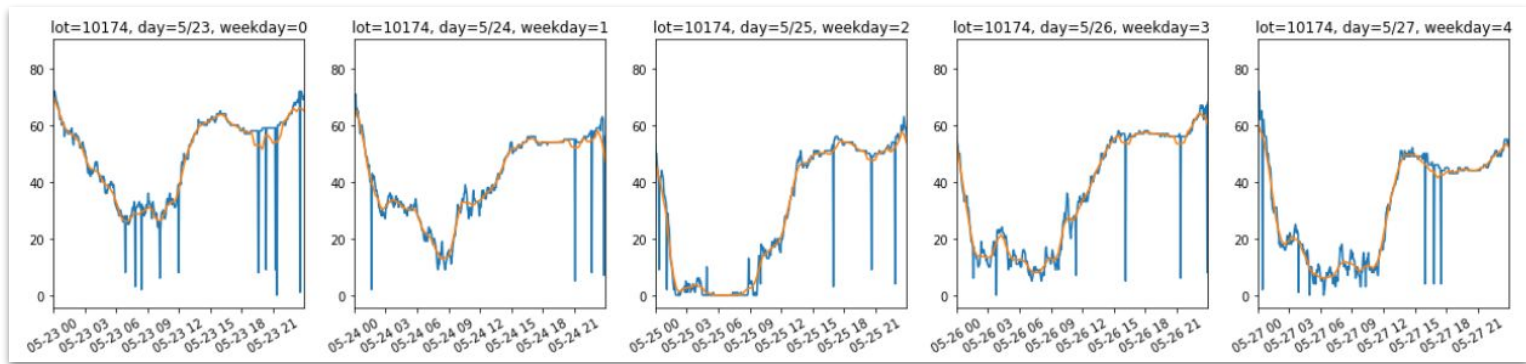
# Dataset

- 新北市路外公共停車場資訊

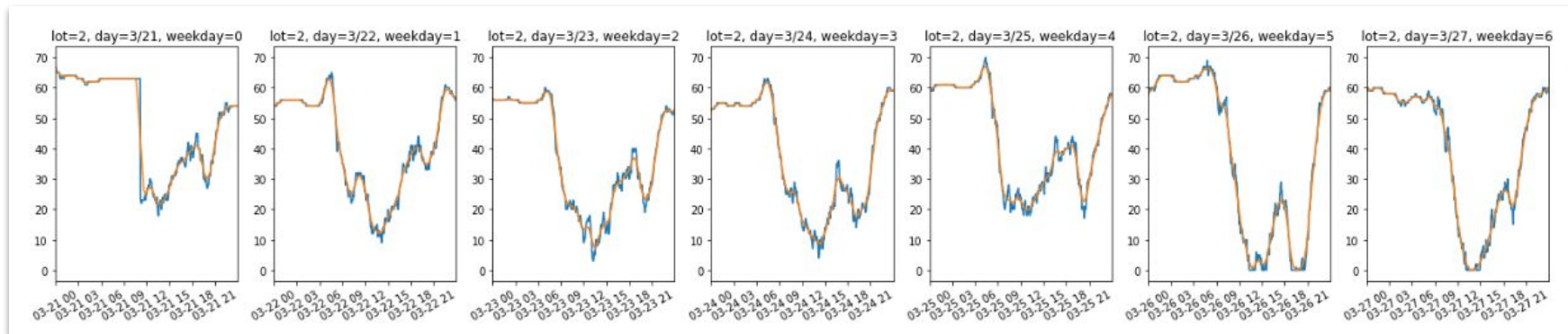
	A	B	C	D	E	
1	ID	AREA	NAME	TYPE	SUMMARY	ADDRESS
2	10056	板橋區	遠東百貨停車場	2	立體式建築附設停車空間	板橋區中山路一段152號
3	30034	中和區	南華停車場	2	平面式臨時路外停車場	中和區中和路281號邊
4	230007	八里區	十三行博物館第二停車場	2	平面式臨時路外停車場	八里區博物館路200號
5	60040	新店區	崇光女子高中地下停車場	2	立體式-機械建築附設停車空間	新店區三民路19號B2
6	120005	瑞芳區	水滴洞停車場	2	平面式臨時路外停車場	瑞芳區水滴洞段4、4-1.
7	20051	三重區	台灣省漁會三重示範魚市場停車場	2	平面式多目標附建停車場	三重區力行路一段6號
8	60039	新店區	臺北科學城停車場	2	立體式多目標附建停車場	新店區北新路三段213號
9	30040	中和區	中和區中正路加油加氣站附設停車場	2	立體式多目標附建停車場	中和區中正路808號
10	60038	新店區	家樂福新店城室內停車場	2	立體式建築附設停車空間	新店區中興路三段1號B
11	70011	樹林區	臺北縣樹林區文林國民小學停車場	2	立體式多目標附建停車場	樹林區千歲街59號
12	170022	林口區	家樂福林口店停車場	2	立體式建築附設停車空間	林口區文化二路一段55
13	10086	板橋區	遠東資源開發股份有限公司遠東路1號營業所停車場	2	立體式建築附設停車空間	板橋區遠東路1號地下一

# Dataset

- 資料雜訊非常多，須作前處理將離群值去除



# Baseline (Average)



板橋區民生花市平面停車場

資料呈現週期性趨勢！

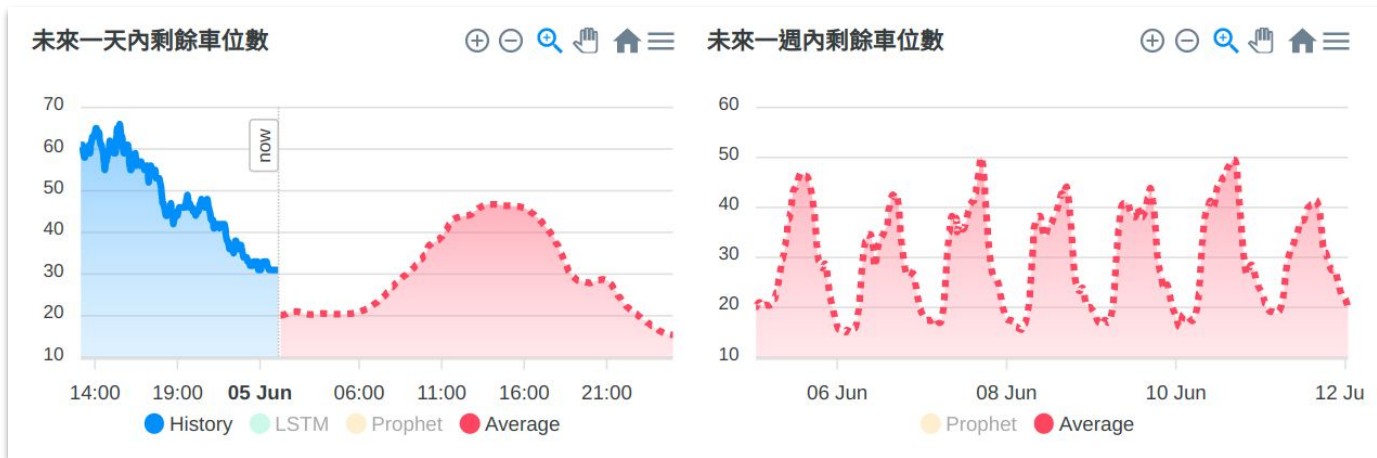
# Baseline (Average)

- 資料呈現高度週期性
- 以星期數與時間為基礎，以過往車位數的平均做未來的預測

	ID	10001	10003	10004	10008	10009	10010	10011	10013	10014	10015	...
weekday	time											
0	00:00:00	41.874000	8.365000	55.114000	85.283750	58.260	47.502000	45.328000	357.108750	28.714286	27.754000	...
	00:15:00	45.482000	8.482500	51.892000	78.441250	55.455	48.282000	47.098000	332.021250	22.304286	27.446000	...
	00:30:00	49.054000	8.441250	48.226000	71.758750	51.475	49.334000	48.850000	301.098750	14.888571	27.158000	...
	00:45:00	50.182895	8.297336	44.415184	65.602599	47.855	49.989684	50.790026	267.274490	8.262763	26.819342	...
	01:00:00	50.219579	8.053158	40.857474	59.976118	44.690	50.657158	52.698000	233.321118	4.320902	25.028947	...
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
6	22:45:00	29.046000	7.465000	61.056000	107.686250	61.610	27.886667	22.223333	397.966250	32.216250	28.558000	...
	23:00:00	31.232000	7.548750	61.134000	106.236250	61.450	35.774000	29.980000	398.701250	33.431429	28.372000	...
	23:15:00	33.404000	7.788750	60.620000	103.350000	61.320	40.504000	35.322000	396.447500	34.575714	28.240000	...
	23:30:00	35.266000	7.905000	59.654000	98.365000	61.025	44.158000	40.028000	390.095000	34.807143	28.194000	...
	23:45:00	38.218000	8.121250	57.898000	91.896250	60.080	46.306000	43.382000	376.941250	33.110000	27.984000	...

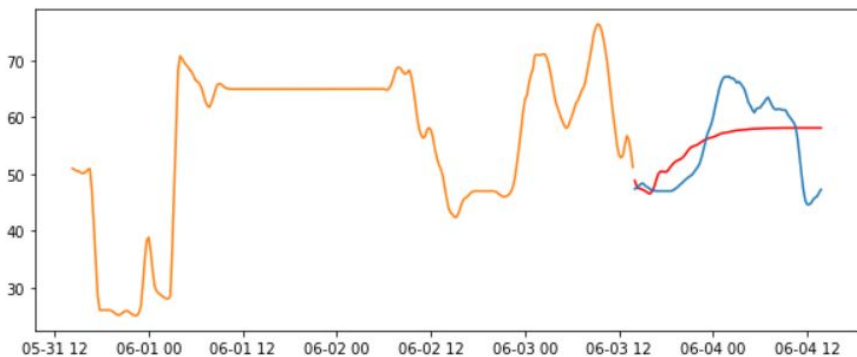
# Baseline (Average)

- 表現不差，但無法將近期趨勢納入考慮
- 容易受離群值影響，且無法對特殊節日做準確的預測

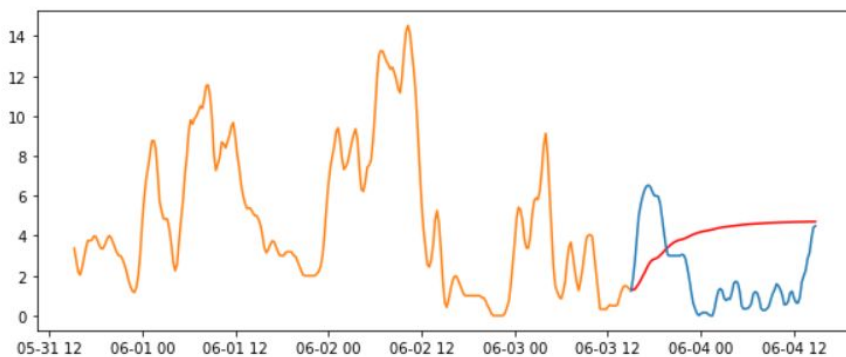


# Baseline (AR)

- 圖形走勢無法展示明顯的車位規律性
- 以更平滑中庸的曲線作為預測結果



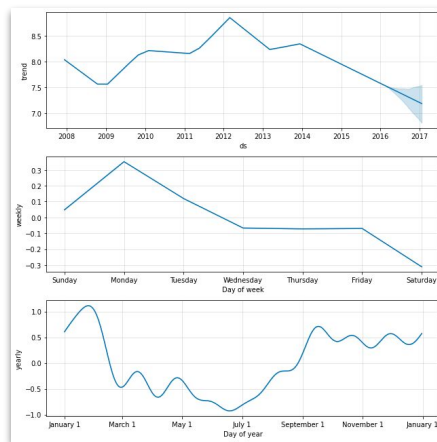
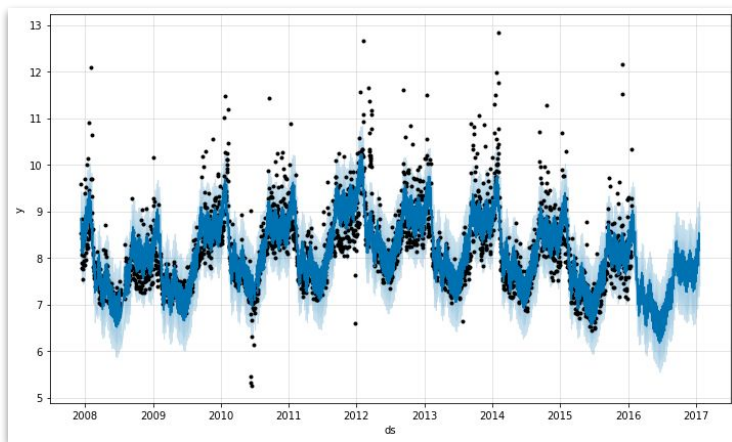
Parking lot ID:10001



Parking lot ID:10003

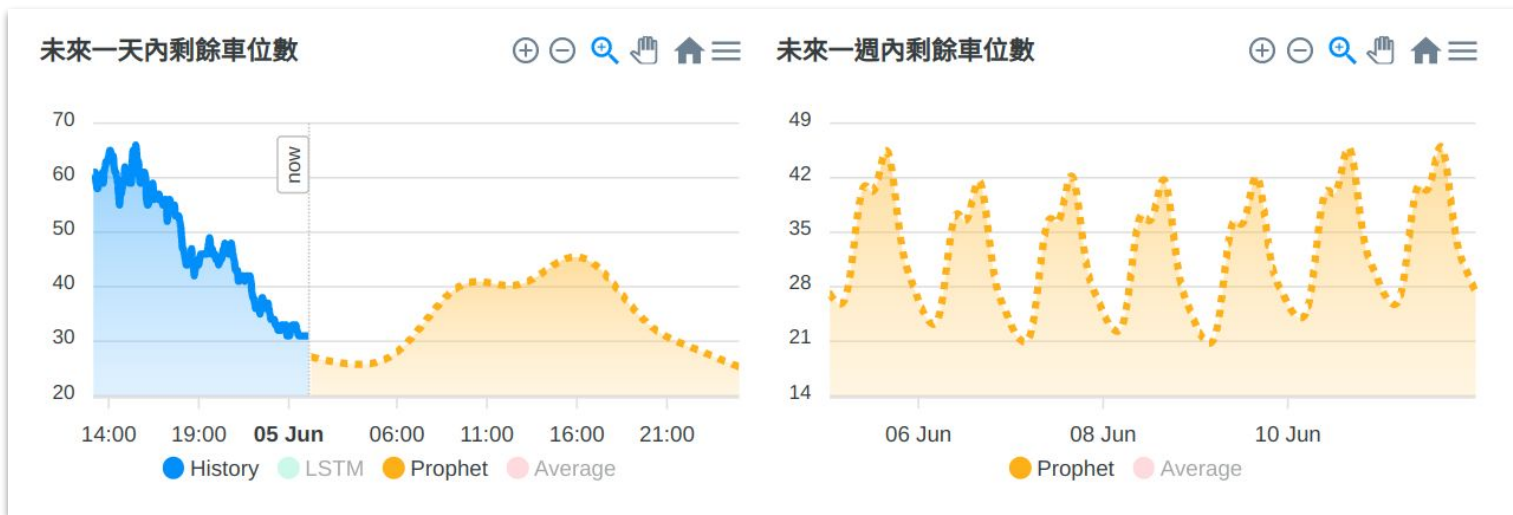
# Main Approach (Prophet)

- “Tool for producing high quality forecasts for time series data that has multiple **seasonality** with linear or non-linear growth.”
- 能對 trend、hourly/weekly/yearly seasonality 作圖 ⇒ 具高度可解釋性



# Main Approach (Prophet)

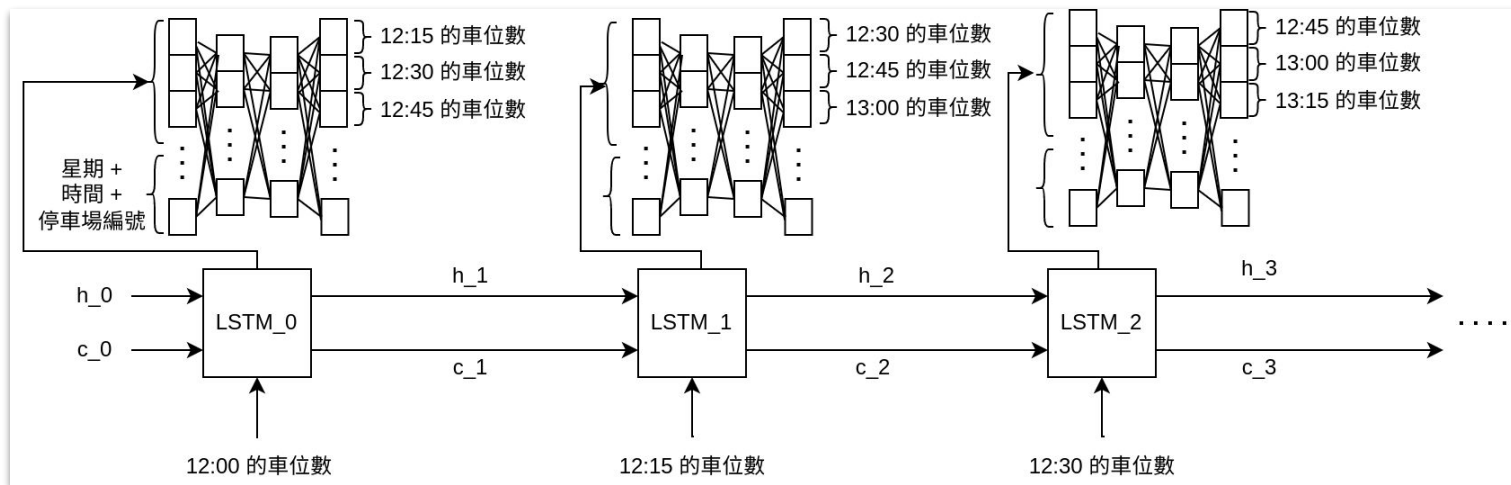
- 推論慢(>1min)  $\Rightarrow$  不適合做即時預測
- 網頁採用預先預測好的結果做呈現





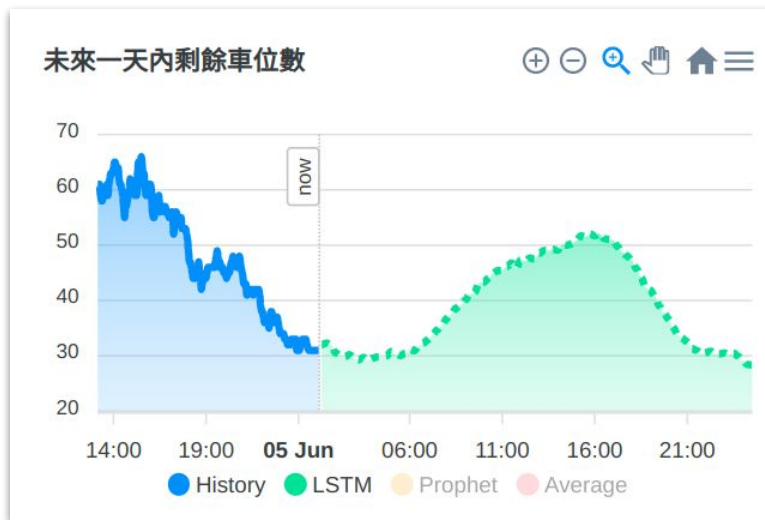
# Main Approach (LSTM)

- 學習從過往的資料推論未來的趨勢
- 過往資料可能隱含氣候、特殊節日等資訊，機器自動從中學習



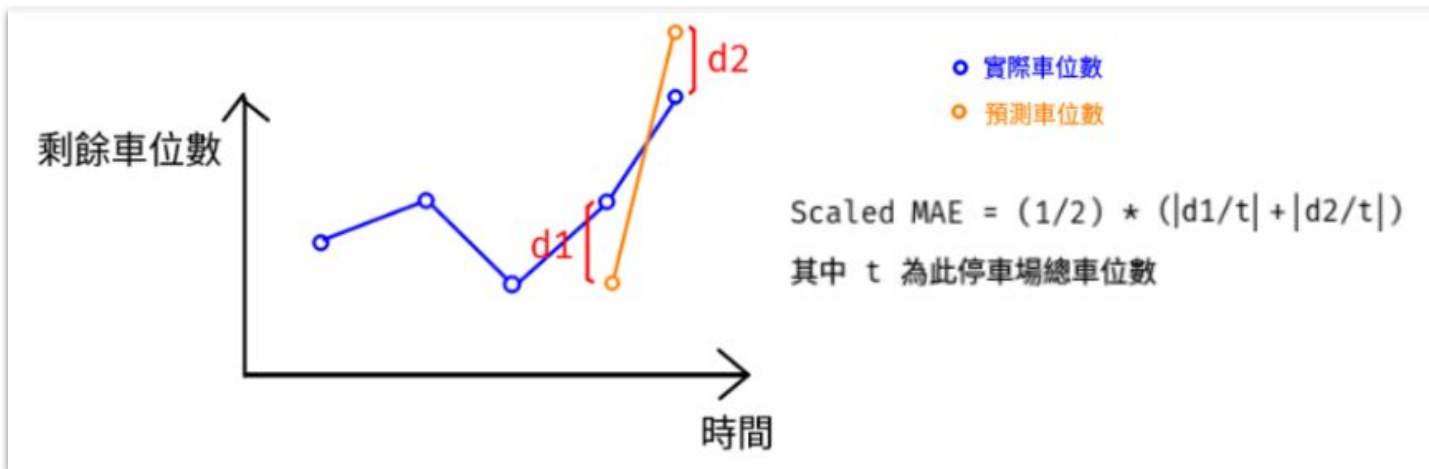
# Main Approach (LSTM)

- 表現優於前三者
- 模型的 weights 只有 578KB, 且推論快(<500ms)⇒ 適合用於即時預測



# Evaluation Metric

- **Scaled MAE**:  $|(預測車位數 - 實際車位數)| \div 該停車場的總車位數|$
- **Scaled MAE**: 平均來看, 預測和實際車位數的差距, **占總車位數的幾 %**



# Results & Analysis

- **5/23~5/29** 測試資料
- 在 **250 個**選定的停車場中衡量，每個模型輸入皆為**前三日**的資料，輸出為**後一日**的資料
- **Scaled MAE**: 平均來看，預測和實際車位數的差距，**占總車位數的幾 %**

Model Type		Scaled MAE
	Average	10.64%
	AR	17.38%
	Prophet	12.06%
	LSTM	9.73%

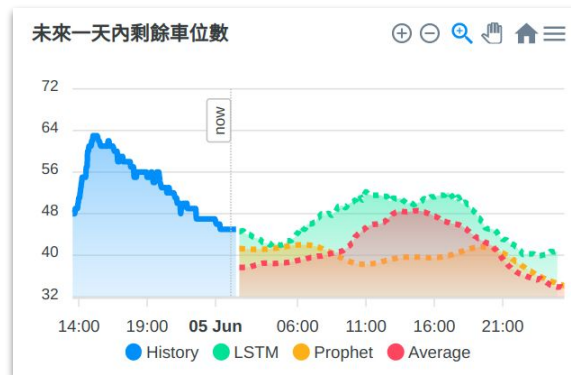
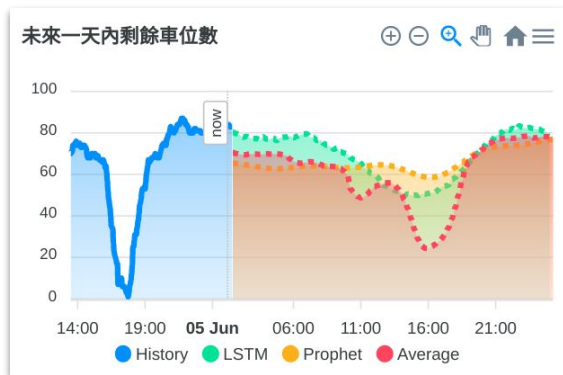
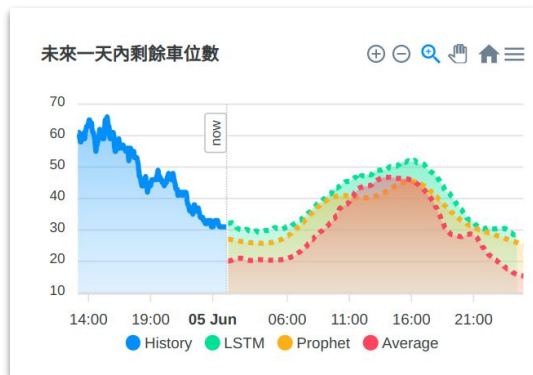
# Results & Analysis

- **5/30~6/5** 測試資料(含特殊節日！)
- 在 **250 個**選定的停車場中衡量, 每個模型輸入皆為**前三日**的資料, 輸出為**後一日**的資料
- **Scaled MAE**: 平均來看, 預測和實際車位數的差距, **占總車位數的幾 %**

Model Type		Scaled MAE
	Average	14.77%
	AR	17.44%
	Prophet	14.66%
	LSTM	12.29%

# Results & Analysis

- <https://lashhw.github.io/AI-Final-Project>



- 預測已滿準確了 ⇒ 但仍有進步空間

# Future Work

1. 將**天氣、特殊節日、地理位置**等影響因子加到模型內
2. 把**更多縣市**的資料加進來
3. 實作**架構更為複雜的深度學習**模型, 例如:
  - Temporal Convolutional Network
  - Wavelet Neural Network
  - Time Series Transformer

近期較為熱門的幾篇論文:

- N-BEATS (ICLR 2020)
  - Informer (AAAI 2021)
  - ...
4. However, performance is NOT the only concern!

# Future Work

1. 將天氣、特殊節日、地理位置等影響因子加到模型內
2. 把更多縣市的資料加進來
3. 實作架構更為複雜的深度學習模型，例如：
  - Temporal Convolutional Network
  - Wavelet Neural Network
  - Time Series Transformer

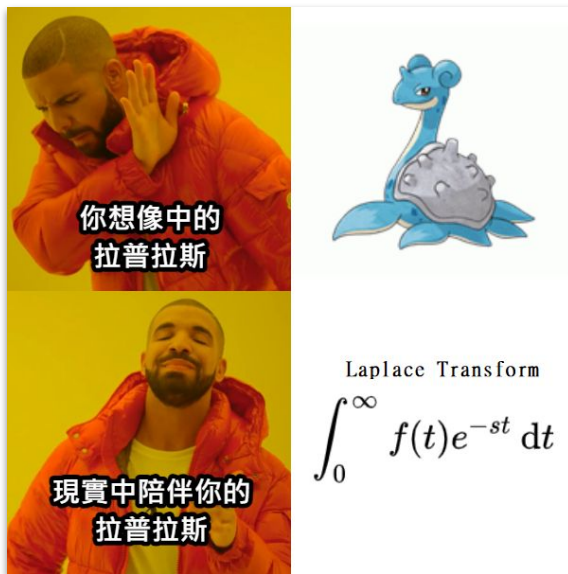
近期較為熱門的幾篇論文：

- N-BEATS (ICLR 2020)
  - Informer (AAAI 2021)
  - ...
4. However, performance is NOT the only concern!





# Q & A



# 謝謝大家

