

Team07

停車場餘位即時預測系統

Introduction

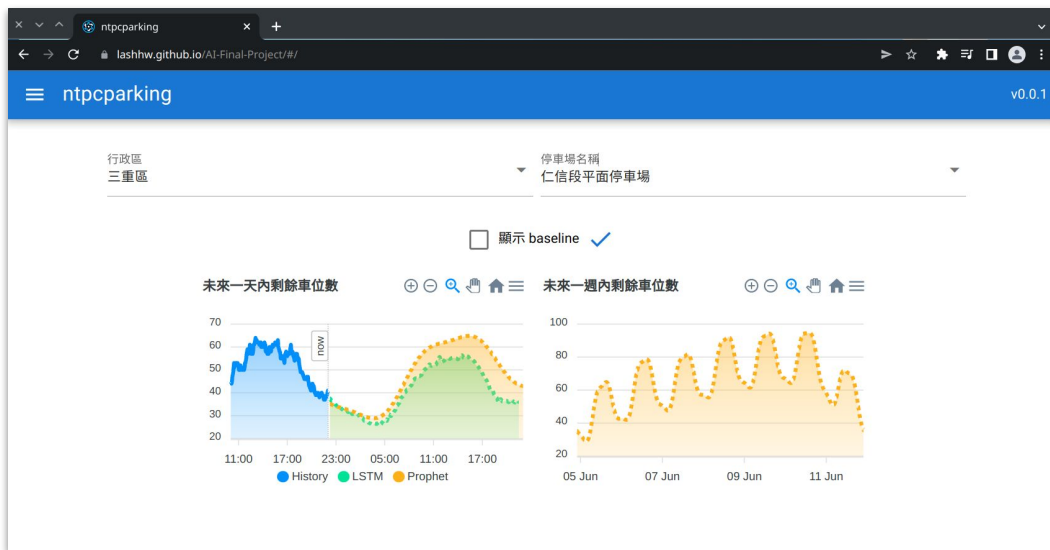
- 找不到停車位是生活中相當常見的問題
- 利用所學設計一個停車場餘位預測系統，用路人可隨時查看週邊停車場即時動態，並提供未來一日／一週的預測車位數
- 用路人可依預測結果決定是否要前往某個景點或停車場

Introduction

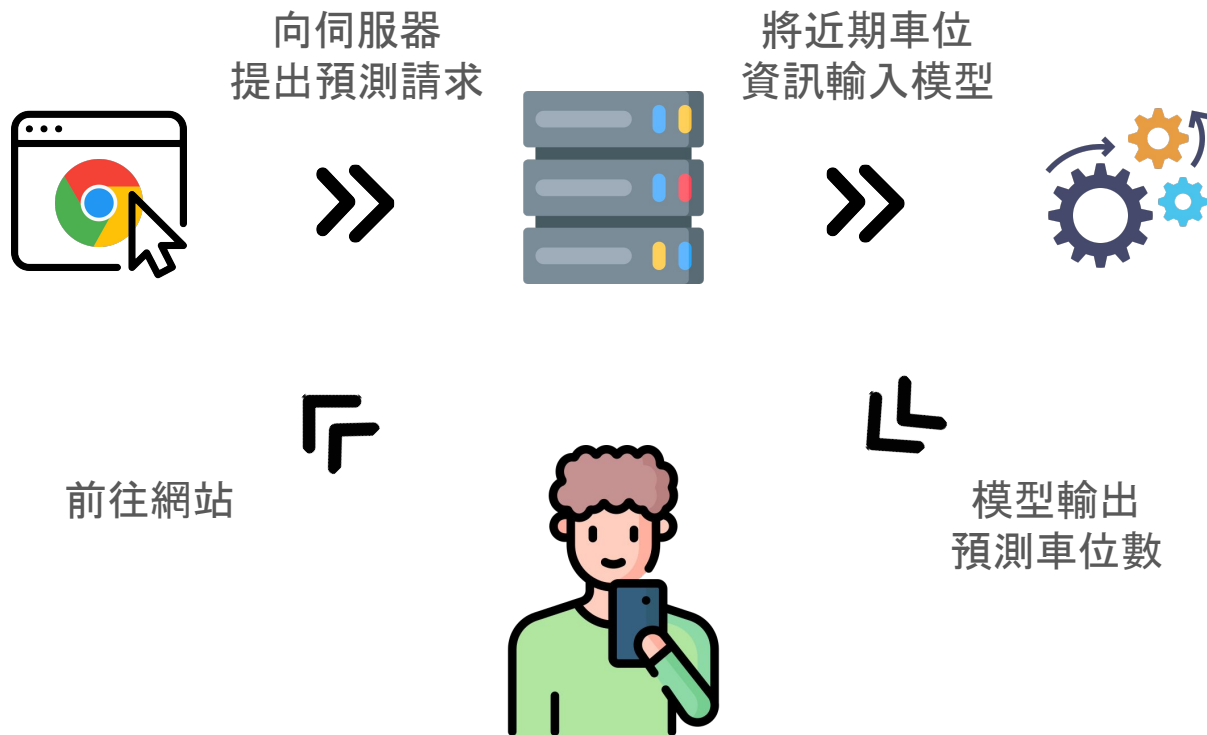
- 降低不必要的時間浪費
- 減少碳排放量 ⇒ 拯救北極熊(？
- 呼應 AI for Social Impact

Demo

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



Introduction



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!

Literature Review

- Deep AutoRegressive Networks [[link](#)]

Includes neuron network

- Predictive Sampling with Forecasting Autoregressive Models [[link](#)]

Takes images as input

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	

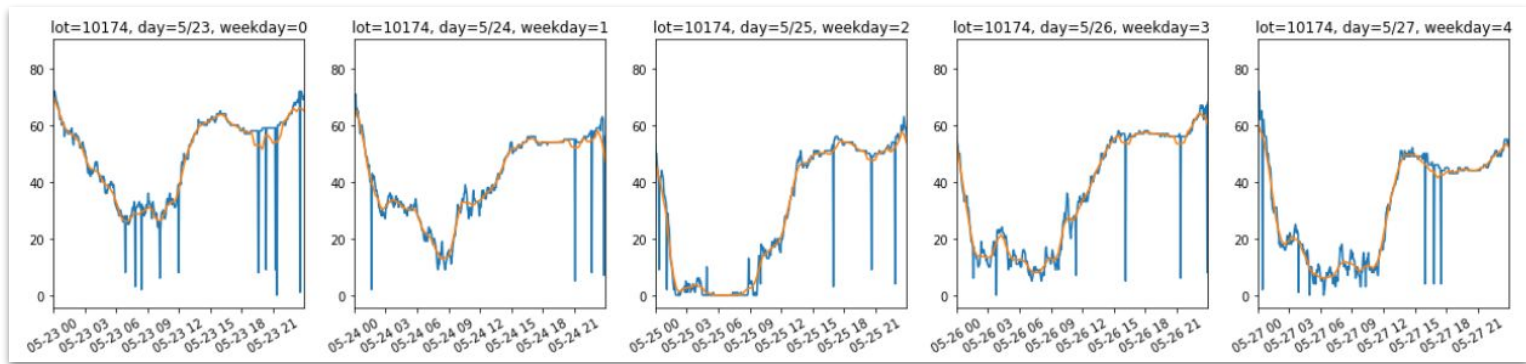
Dataset

- 新北市路外公共停車場資訊

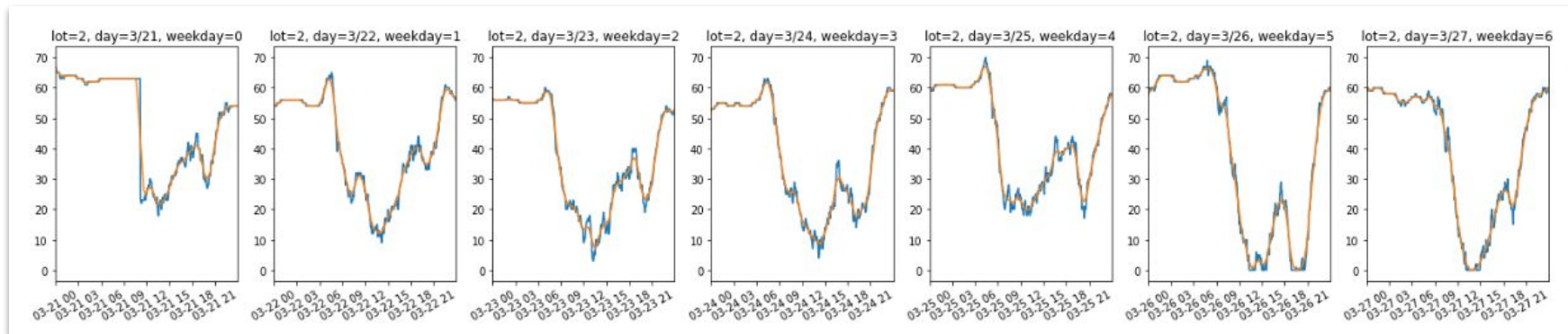
	A	B	C	D	E	
1	ID	AREA	NAME	TYPE	SUMMARY	ADDRESS
2	10056	板橋區	遠東百貨停車場	2	立體式建築附設停車空間	板橋區中山路一段152號
3	30034	中和區	南華停車場	2	平面式臨時路外停車場	中和區中和路281號邊
4	230007	八里區	十三行博物館第二停車場	2	平面式臨時路外停車場	八里區博物館路200號
5	60040	新店區	崇光女子高中地下停車場	2	立體式-機械建築附設停車空間	新店區三民路19號B2
6	120005	瑞芳區	水滴洞停車場	2	平面式臨時路外停車場	瑞芳區水滴洞段4、4-1.
7	20051	三重區	台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！

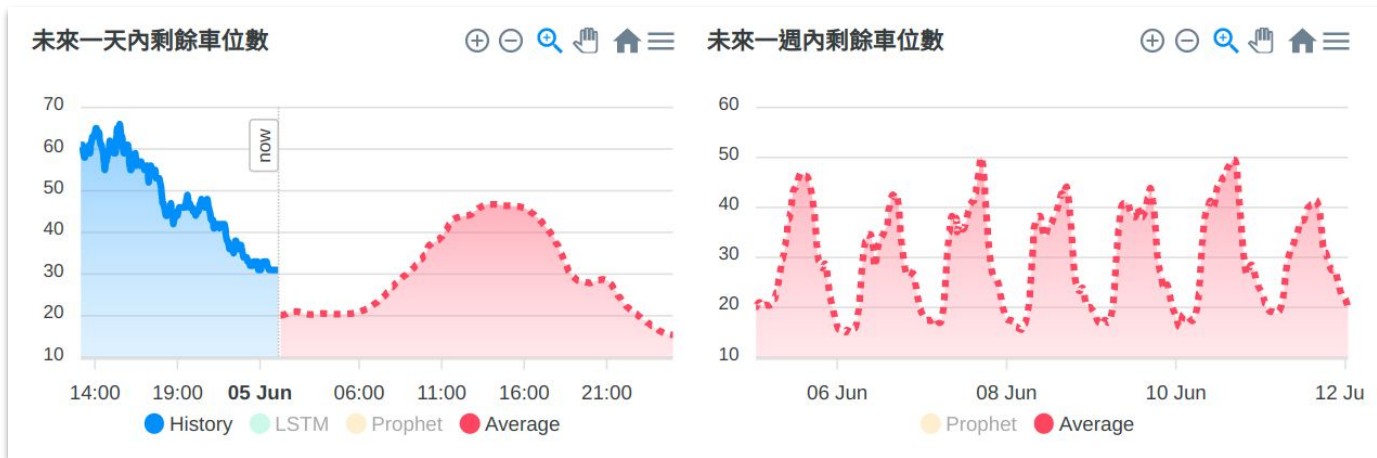
Baseline (Average)

- 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	...

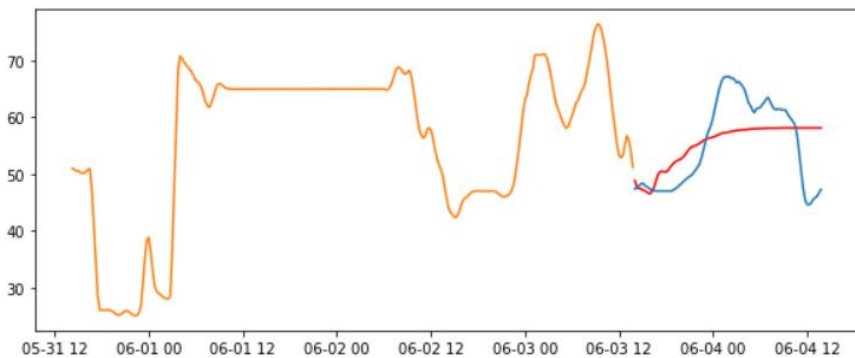
Baseline (Average)

- 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

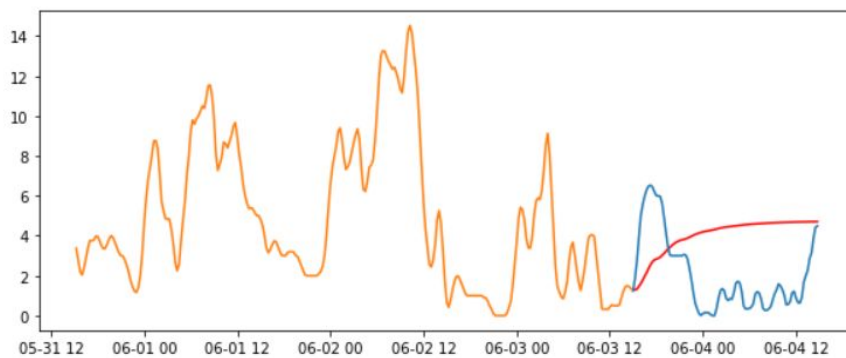


Baseline(AR)

- Error的表現竟然比Average的表現還要差
- 圖形走勢無法展示明顯的車位規律性，而是改以更平滑中庸的曲線作為預測結果



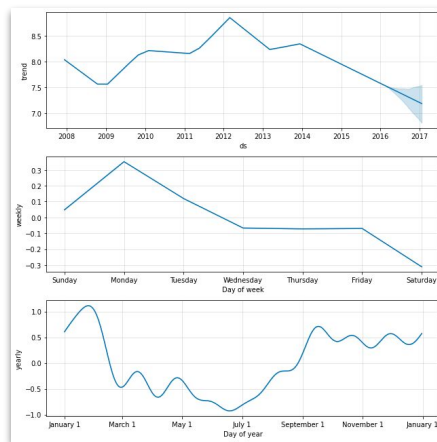
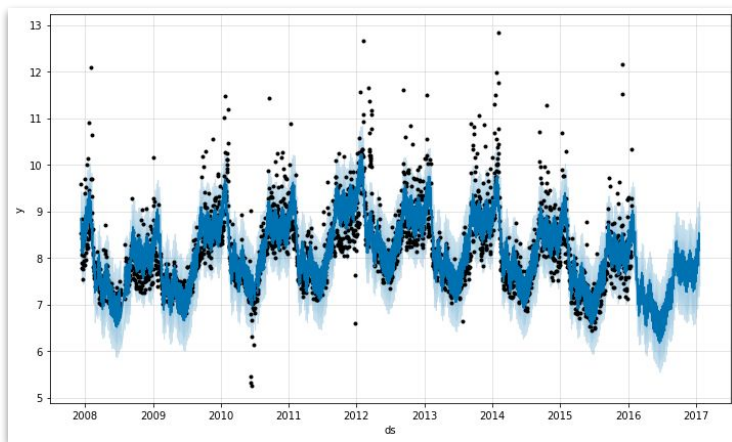
Parking lot ID:10001



Parking lot ID:10003

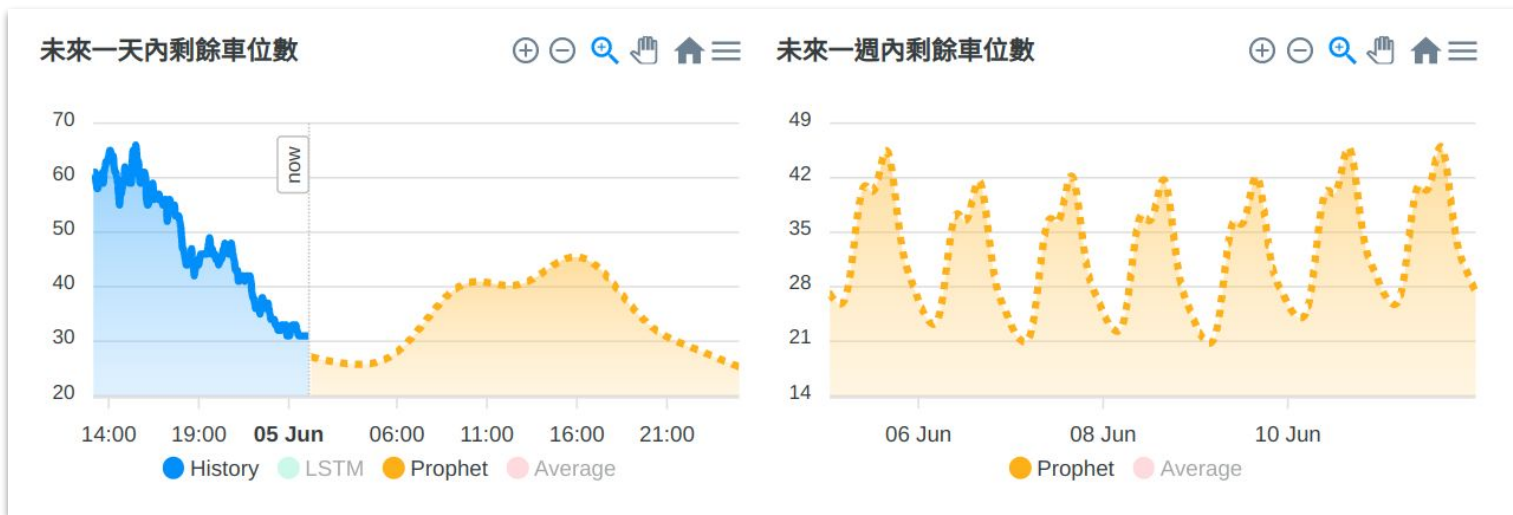
Main Approach (Prophet)

- “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



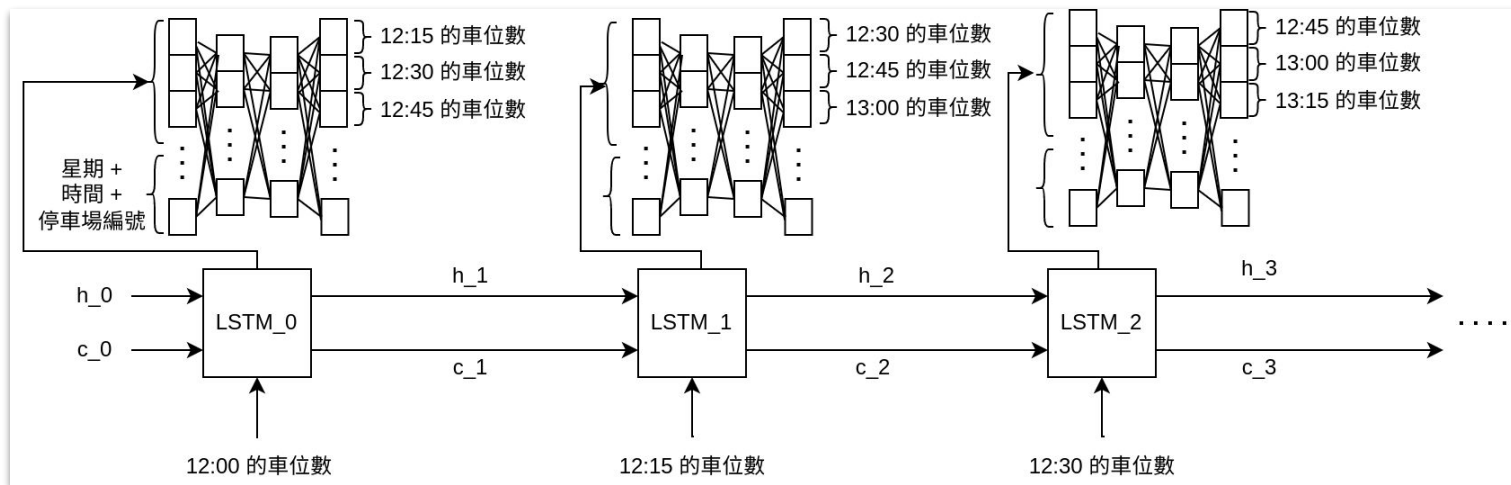
Main Approach (Prophet)

- 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



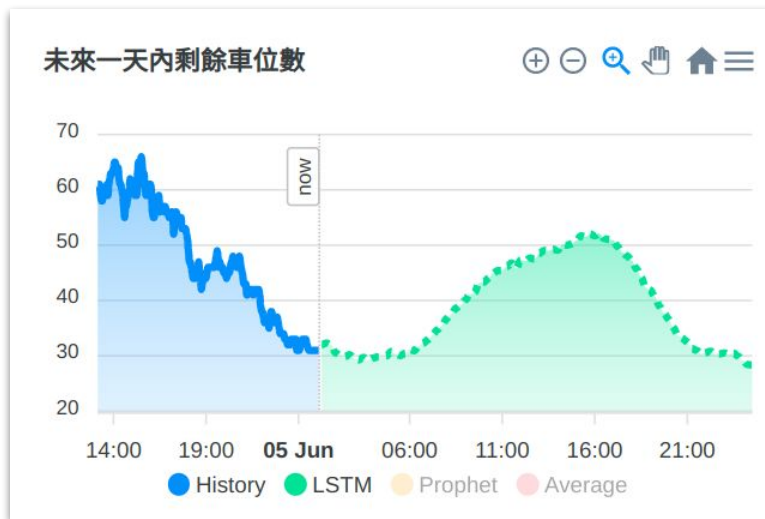
Main Approach (LSTM)

- 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



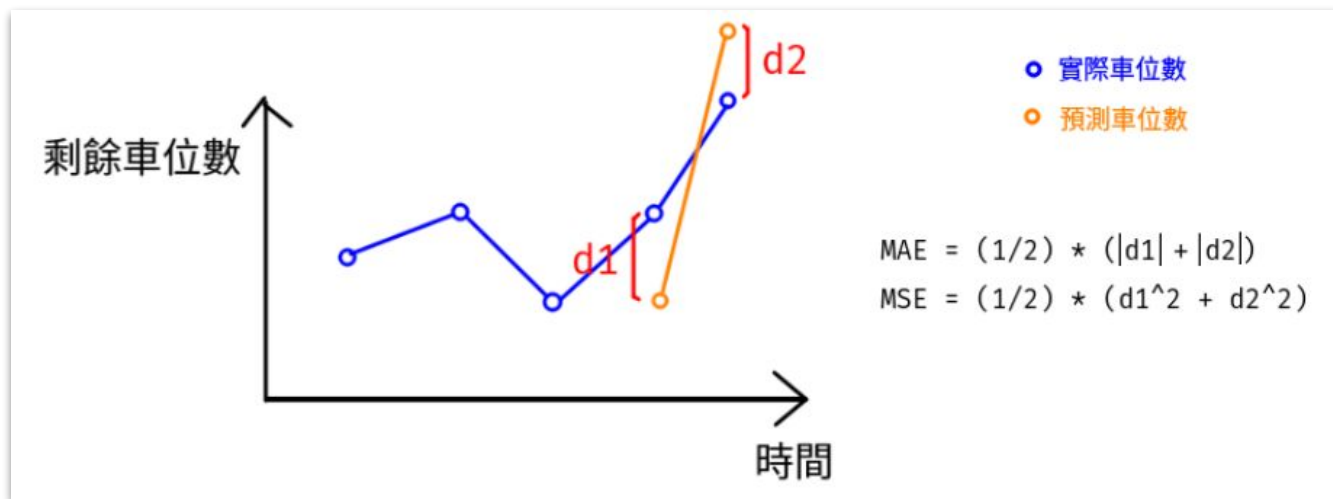
Main Approach (LSTM)

- 表現優於前兩者
- 模型的 weights 只有 578KB, 且推論快(<500ms)⇒ 適合用於即時預測



Evaluation Metric

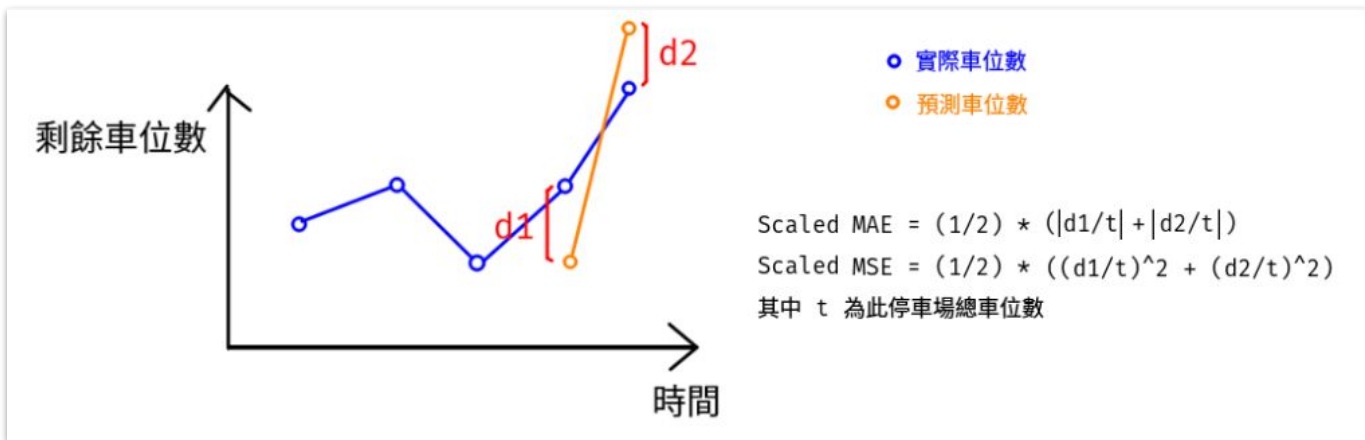
- **MAE**: |預測車位數-實際車位數|
- **MSE**: (預測車位數-實際車位數)²



Evaluation Metric

不同停車場總車位數不同 \Rightarrow 使用 MAE 和 MSE 無法精確衡量平均誤差

- **Scaled MAE**: $|(\text{預測車位數} - \text{實際車位數}) \div \text{該停車場的總車位數}|$
- **Scaled MSE**: $((\text{預測車位數} - \text{實際車位數}) \div \text{該停車場的總車位數})^2$



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
- 所有數值皆越小越好

Evaluation Metrics

Model Type		Scaled MAE	Scaled MSE	MAE	MSE
	Average	10.64%	0.02753	10.58	811.71
	Prophet	12.06%	0.02639	12.15	710.52
	LSTM	9.73%	0.02054	9.51	563.82
	AR	17.38%	4.80633	13.49	1087.13

Results & Analysis

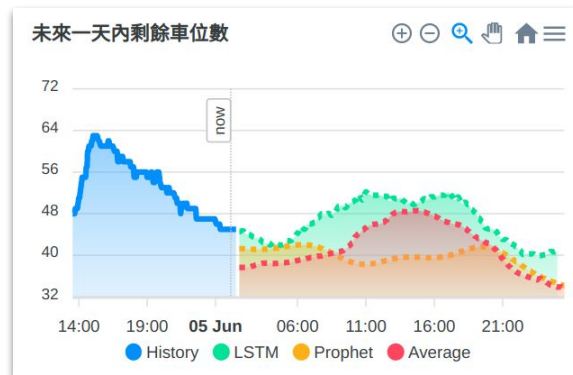
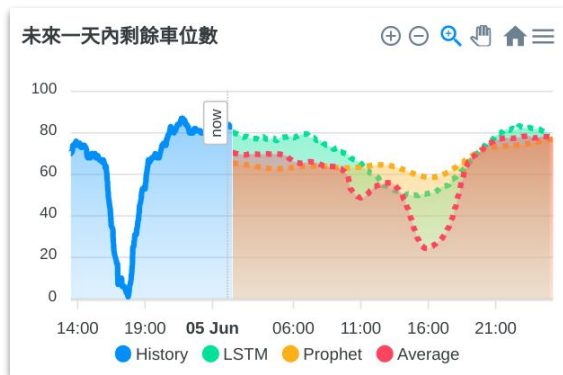
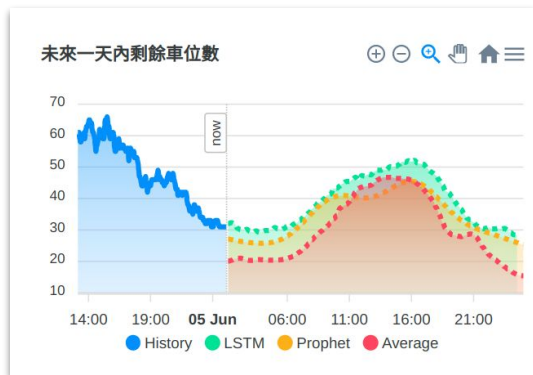
- 5/30~6/5 測試資料(含特殊節日！)
- 在 250 個選定的停車場中衡量, 每個模型輸入皆為前三日的資料, 輸出為後一日的資料
- 所有數值皆越小越好

Evaluation Metrics

Model Type		Scaled MAE	Scaled MSE	MAE	MSE
	Average	14.77%	0.04245	14.64	1086.14
	Prophet	14.66%	0.03812	15.02	1039.83
	LSTM	12.29%	0.03087	11.85	748.04
	AR	17.44%	4.55842	12.44	739.45

Results & Analysis

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



- 預測已滿準確了 ⇒ 但仍有進步空間
- Next step ⇒ 將天氣、特殊節日、地理位置等影響因子加到模型內

Future Work

- 1.用更好的預處理方法 ex：將資料常態分布化，使得離群值影響降低，例如某個國定假日的某個停車場空位低谷很有可能會使得預測結果整體受影響
- 2.改寫冗餘code使演算法執行速度加快
- 3.實作更多model並且比較哪個有最好的performance，ex：holt，ARIMA
- 4.部署model的api，實現user-friendly

Code

- <https://github.com/lashhw/AI-Final-Project>
 - azure-functions: 擷取歷史資料及預測未來的 API 的程式碼(部署在 Azure Functions 上)
 - azure-functions/models: 存放各個模型的程式碼及訓練後的檔案
 - frontend: 網站前端的程式碼(使用 Vue.js 搭配 Quasar 框架製作)
 - AR_model.ipynb: AR 模型相關程式碼
 - Average_Prophet_LSTM.ipynb: Average、Prophet 及 LSTM 模型訓練及評估誤差的程式碼

Contribution of each member

- 洪義翔:30%
- 許登豪:30%
- 黃彥傑:40%

References

- [Time series forecasting | TensorFlow Core](#)
- [Time Series Made Easy in Python — darts documentation](#)
- [Prophet | Forecasting at scale.](#)
- [python里用AR自回归模型分析预测时间序列 | CSDN](#)